

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 995 521 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**(43) Veröffentlichungstag:  
**26.04.2000 Patentblatt 2000/17**(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **B22C 11/08, B22C 25/00**(21) Anmeldenummer: **99120305.0**(22) Anmeldetag: **12.10.1999**(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**(30) Priorität: **19.10.1998 DE 19848049**(71) Anmelder: **Mertes, Josef**  
**D-57334 Bad Laasphe (DE)**(72) Erfinder: **Mertes, Josef**  
**D-57334 Bad Laasphe (DE)**(54) **Giesserei-Formmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Formmaschine zur Herstellung von kastengebundenen Sandformen unter Verwendung von mindestens einem Modellplattenpaar, wobei die einzelnen Arbeitsschritte in vier geradlinig hintereinander liegenden und innerhalb der Formlinie angeordneten Stationen **A**, **B**, **C**, und **D** durchgeführt werden. Die Aufteilung der einzelnen Arbeitsschritte auf die vier zeitparallel arbeitenden Stationen, wobei für die Formkästen jeweils nur sehr geringfügige vertikale Bewegungen erforderlich sind, führt zu einer wesentlichen Verkürzung der Taktzeit. Die vier Stationen werden dabei in der Reihenfolge **A**, **B**, **C** und **D** zusammen mit dem Formkastentransport auf dem Rollenbahnniveau **12** in Transportrichtung **13** taktweise durchlaufen, während die ausgesenkte Modellplatte auf dem tiefer liegenden Rollenbahnniveau **26** in entgegengesetzter

Richtung von der Station **C** zur Station **B** zurück transportiert wird. In der Station **A** wird der Füllrahmen auf den leeren Formkasten abgelegt. In der Station **B** wird die Modellplatte unter den Formkasten gehoben und die so komplettierte Formeinheit unter Einwirkung eines Luftstromes mit Formsand gefüllt. In der Station **C** erfolgt das Verdichten und das Entformen. In der Station **D** wird der Füllrahmen vom geformten Formkasten abgenommen. Auf der Rückseite der Formmaschine wird der Füllrahmen wieder von der Station **D** zur Station **A** zurück transportiert. Der Quertransport der Füllrahmen von der Formmaschinenachse **X** zur rückseitigen Rollenbahnachse **Y** und umgekehrt erfolgt über die Transportwagen **72A** bzw. **72D**.

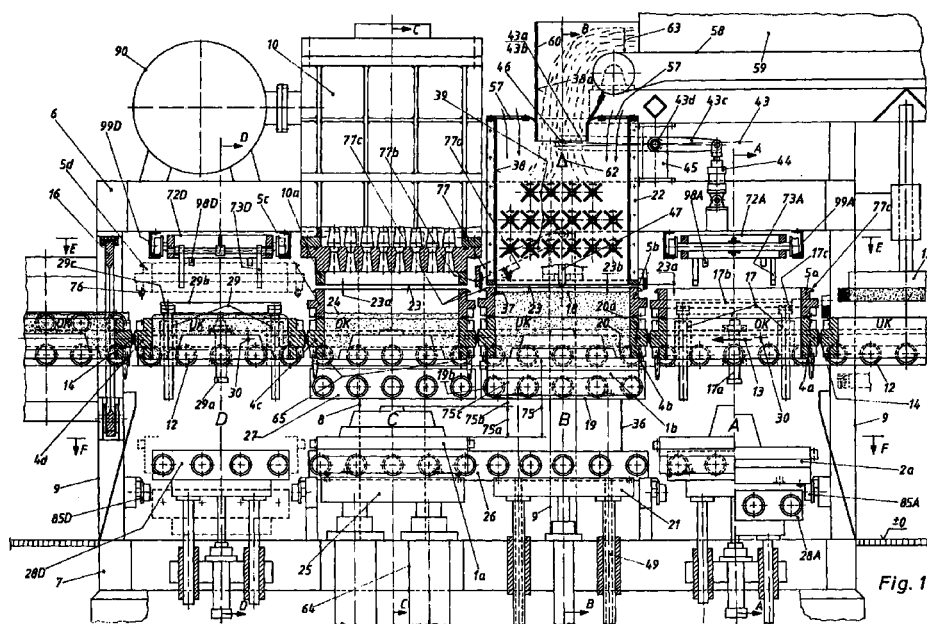


Fig. 1

EP 0 995 521 A1

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Formmaschine zur Herstellung von kastengebundenen Sandformen, unter Verwendung eines aus Ober- und Unterkastenmodell bestehenden Modellplattenpaares, wobei die einzelnen Arbeitsschritte innerhalb einer Formlinie in geradlinig hintereinander liegenden und zeitparallel arbeitenden Stationen aufgeteilt sind.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind vielfältige Ausführungsformen von Formmaschinen bekannt. Bei verschiedenen Ausführungsformen erfolgt das Sandeinfüllen in den Formkasten und das Verdichten zeitlich hintereinander, wobei dazwischen noch eine Bewegung des Sandfüllgefäßes oder der Formeinheit (*Modellplatte, Formkasten, Füllrahmen*) erforderlich ist. Dies erfordert einen hohen Zeitaufwand und es verbleibt zwangsläufig eine nur sehr kurze Zeit für das Sandeinfüllen in den Formkasten, welches bekanntlich durch schnelles öffnen des Sandfülltrichters mittels Jalousien- oder Fischmaulverschluß erfolgt. Die dadurch bedingte schlagartige Einfüllung der vordosierten Formsandmenge in den Formkasten führt zu Brückenbildungen des Formsandes über den engeren und tieferen Modellpartien, die dann nicht vollständig verfüllt werden, was im weiteren zu unbefriedigenden Verdichtungsergebnissen führt, weil die vorgebildeten Formsandbrücken sich beim Verdichten noch verstärken und dadurch der Sandfluß bzw. der Verdichtungsfluß in die tieferen Modelltaschen behindert wird. Auch ist bei diesem Stand der Technik von Nachteil, daß zwischen dem Formkasten und dem Füllrahmen eine Distanz von ca. 40% der Formkastenhöhe erforderlich ist, um den Formkasten mit dem überstehenden Formsand ohne die Gefahr des Sandabstreifens unterhalb des Füllrahmens herauszufahren. Nach dem Verdichten muß daher beim Entformen zunächst diese Distanz durchfahren werden, bevor der Formkasten im Feingang auf die Rollenbahn aufgesetzt wird, um den Trennvorgang von Modell und Form einzuleiten. Das Durchfahren dieser Distanz kostet Zeit, weil auf diesem relativ kurzen Weg die Absenkbewegung sanft beschleunigt und verzögert werden muß, denn hohe Beschleunigungs- und Verzögerungswerte würden zu Erschütterungen führen, die sich auf die noch auf der Modellplatte anhaftenden Form fortpflanzen würde und dadurch zum Abreißen sensibler Formballen führen können.

**[0003]** Im weiteren sind aus den Schriften DE-3803648-A1, DE-3908203-A1, und DE-4305128-A1 Ausführungen von Formmaschinen bekannt, womit das Sandeinfüllen in den Formkasten und der Form- und Verdichtungs Vorgang in zwei separaten Stationen zeitparallel durchgeführt wird, wobei das Umsetzen der Formeinheit von der einen zur anderen Station über einen Drehtisch erfolgt. Nachteilig ist hierbei, daß die Hubtische relativ große Hübe durchfahren müssen, damit die Oberkannte des Füllrahmens als Obergrenze der Formeinheit auf dem Drehtisch unter den benachbarten Formen der Formlinie und deren unten vorstehenden Formballen bei einem entsprechenden Freimaß hindurch schwenken kann. Nachteilig ist auch, daß vor und nach der apparativ aufwendigen Drehbewegung ein mehrfaches Auf- und Abbewegen der Hubtische erforderlich ist, was Zeit kostet und bei DE-3908 203-A1 und DE-4305128-A1 auch zu Einschränkungen der Sandeinfüllzeit führt. Auch haftet diesem Stand der Technik gemäß der drei genannten Schriften der Nachteil an, daß beim Entformen zunächst die oben beschriebene Distanz mit Zeitverlust durchfahren werden muß, bevor der Formkasten im Feingang auf die Rollenbahn aufsetzt. Alle diese Nachteile bewirken einen erheblichen Aufwand an Funktionszeit, was zu einer entsprechend langen Taktzeit der Formmaschinen führt.

**[0004]** Aus dem Stand der Technik ist weiter eine auf dem Markt befindliche Formmaschinenausführung bekannt, die für das Sandeinfüllen in den Formkasten und für den Form- und Verdichtungs Vorgang zwei separate Stationen aufweist, die innerhalb der Formkastentransportbahn geradlinig und unmittelbar hintereinander liegend angeordnet sind und zwar in Formkastenaufrichtung gesehen zuerst die Sandfüllstation zentrisch zur Formkastenmitte und direkt danach innerhalb der nächsten Formkastenmitte die Form- und Verdichtungsstation. Die in der Sandfüllstation zusammengestapelte und mit Formsand gefüllte Formeinheit (*Modellplatte, Formkasten, Füllrahmen*) wird dabei innerhalb der Formkastentransportbahn zusammen mit den Formkästen um eine Formkastenteilung weiter getaktet und gelangt so in die Form- und Verdichtungsstation. Gleichzeitig wird dabei eine fertige Form aus der Form- und Verdichtungsstation herausgefahren und ein leerer Formkasten in die Sandfüllstation eingefahren. Gleichzeitig wird auch das zuvor in der Form- und Verdichtungsstation ausgesenkte Modell auf einer unterhalb der Formkastentransportbahn gelegenen Ebene zurück zur Sandfüllstation transportiert. Hubtische in beiden Stationen übernehmen das Heben und Senken der Modellplatten. Es wird ein einzelner Füllrahmen verwendet, der mit einem separaten Antrieb auf einer oberhalb der Formkastentransportbahn gelegenen Ebene zurück zur Sandfüllstation transportiert wird. Der Rücktransport erfolgt während des Entformens und zwar sobald zwischen Formkasten und Füllrahmen ein entsprechender Mindestabstand erreicht ist. In der Sandfüllstation hat die Modellplatte den Formkasten zwischenzeitlich aufgenommen, so daß der angekommene Füllrahmen nach einem Resthub des Hubtisches aufgenommen wird und das Sandeinfüllen in den Formkasten beginnen kann. Dieser Stand der Technik hat den Nachteil, daß die Verwendung eines nur einzelnen Füllrahmens trotz einer gewissen Verbesserung gegenüber dem zuvor beschriebenen Stand der Technik immer noch einen hohen Aufwand an Funktionszeit erfordert, was zu einer entsprechend langen Taktzeit der Formmaschine führt und zudem die Sandfüllzeit erheblich einschränkt. Im weiteren ist auch hier von Nachteil, daß beim Entformen die oben beschriebene Distanz mit Zeitverlust durchfahren werden muß.

**[0005]** In der Folge zum zuvor beschriebenen Stand der Technik wurde die Formmaschinenausführung gemäß der

Schrift WO 95/31302 bekannt. Diese Ausführung wurde gegenüber dem zuvor beschriebenen Stand der Technik um einen zweiten Füllrahmen ergänzt, der in einer zusätzlichen und höher liegenden Ebene von der Verdichtungsstation zur Sandeinfüllstation zeitgleich zum Formkastentransport zurücktransportiert wird, wodurch dieser Rücktransport keinen Einfluß auf die Taktzeit haben soll. Besonders nachteilig ist hierbei jedoch die extrem große Distanz zwischen Formkastentransportbahn und den Arbeitspositionen beim Verdichten und beim Sandeinfüllen in den Formkasten. Das Durchfahren dieser extrem langen Wege erfordert Zeit und verlängert dadurch die Taktzeit der Formmaschine und schränkt außerdem auch noch die Zeit für das Sandeinfüllen in den Formkasten ein. Von besonderem Nachteil ist auch, daß die noch auf der Modellplatte aufliegende, verdichtete Form über einen extrem langen Weg abgesenkt werden muß, bevor der Formkasten zum Entformen auf die Rollenbahn aufsetzt. Die durch Beschleunigungs- und Verzögerungsvorgänge unvermeidlichen dynamischen Kräfte können dabei zum Abreißen sensibler Formballen führen.

**[0006]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die zuvor beschriebenen Nachteile der verschiedenen Formmaschinenausführungen zu vermeiden und eine Formmaschine vorzuschlagen, womit durch die Konzentrierung und Reduzierung der taktzeitrelevanten Bewegungen sowie durch die Verlagerung von totzeitverursachenden Nebenbewegungen in parallel arbeitende Funktionseinheiten, eine deutliche Verkürzung der Taktzeit und damit eine deutliche Erhöhung der Maschinengeschwindigkeit erreicht wird, wobei aber auch eine entsprechend lange Zeit für ein vorteilhaftes, zeitgedehntes und feindosierendes Sandeinfüllen in den Formkasten zur Verfügung stehen soll.

**[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem in kompakter Bauweise innerhalb eines Maschinengerüsts vier geradlinig hintereinander liegende Stationen in Reihe mit der Formkastentransportbahn angeordnet werden, wobei in der 1. Station der Füllrahmen auf den Formkasten aufgelegt wird, in der 2. Station das Modell unter den Formkasten gehoben wird und die so komplettierte Formeinheit mit Formsand gefüllt wird, in der 3. Station das Verdichten und das Entformen erfolgt und in der 4. Station der Füllrahmen vom Formkasten abgenommen und durch einen Querwagen zur Hinterseite der Formmaschine transportiert wird und von dort über eine Rollenbahn und über einen zur Station 1 gehörenden Querwagen wieder zur 1. Station zurück gebracht wird. Dabei erfolgt das Takten von Station zu Station zusammen mit Formkastentransport der Formlinie, während gleichzeitig das ausgesenkte Modell auf einer unterhalb der Formkastentransportbahn liegenden Ebene von der 3. Station zur 2. Station zurück transportiert wird. Im weiteren gehört zur erfindungsgemäßen Lösung der Aufgabe, daß der Formkasten nur geringfügig aus seiner Lage auf der Transportrollenbahn angehoben werden muß, um in die jeweilige Arbeitsposition "Sandeinfüllen in den Formkasten" (*Station 2*) bzw. "Verdichten" (*Station 3*) zu gelangen. Das Gleiche gilt auch für den Transport des Formkastens von der 2. zur 3. Station, wobei der Formkasten auf der Modellplatte aufliegend nur geringfügig aus seiner Lage auf der Transportrollenbahn abgehoben wird.

**[0008]** Hinsichtlich des zeitgedehnten, feindosierenden Sandeinfüllens in den Formkasten wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Formsand innerhalb einer bestimmten Zeit kontinuierlich über ein Transportband und über einen mehrstufigen Aeratorsatz in den Formkasten eingefüllt wird, wobei der Aeratorsatz in einem Gehäuse bzw. Sandführungstrichter angeordnet ist, welcher beim Sandeinfüllen dicht auf dem Füllrahmen aufsitzt und welcher annähernd den gleichen Innenquerschnitt aufweist wie der Formkasten und wobei im besonderen über Schlitzdüsen in der Modellplatte ein Luftstrom angesaugt wird, der an der Oberseite des Gehäuses bzw. Sandführungstrichters über ein Sieb ungehindert und ohne Unterdruckbildung eintreten kann und der mit dem fallenden Formsand durch das Gehäuse nach unten fließt und dabei eine allmählich ansteigende und gleichmäßige Füllung aller Modellpartien und sensibler Modelltaschen sicherstellt.

**[0009]** Die erfindungsgemäße Formmaschine weist eine Reihe von erheblichen Vorteilen auf, die in der Folge beschrieben werden.

**[0010]** Durch das Ablegen und Aufnehmen der Füllrahmen in den beiden Außenstationen werden Totzeiten beim eigentlichen Formvorgang vermieden und Arbeitshübe der Formeinheiten wesentlich verkürzt. Der leere Formkasten mit aufliegender Füllrahmen kann bei einem nur geringfügigen Spiel von ca. 15 mm unter den Sandführungstrichter einfahren. Nachfolgend wird die Modellplatte unter den Formkasten gehoben. Der Formkasten wird dabei nur ca. 8 mm von seiner Transportrollenbahn abgehoben. Die Modellplatte befindet sich dabei auf einem Höhenniveau, bei dem die Rollen der Modellplattenrollenbahn mit ca. 3 mm Spiel unter die Modellplattenlaufleiste einschwenken. Nach dem Absetzen der Modellplatte auf ihre Rollenbahn befindet sich der auf der Modellplatte aufliegende Formkasten also ca. 5 mm (8-3!) über seiner Rollenbahn. Nach dem Einfahren des Formkastens mit aufliegender Füllrahmen, wird der Sandführungstrichter über eine Kurzhubvorrichtung nach ca. 15 mm Hub kraftschlüssig auf den Füllrahmen aufgesetzt. Durch das Anheben des Formkastens wird der Sandführungstrichter wieder geringfügig nach oben gedrückt und er sitzt somit kraftschlüssig und dicht auf dem Füllrahmen auf. Sobald die Modellplatte den Formkasten erfaßt hat beginnt das Sandeinfüllen. Da der Formkasten sich beim Sandeinfüllen hinsichtlich seines Höhenniveaus bereits in Transportposition befindet, kann das Sandeinfüllen bis zum Weitertakten der Formkästen dauern, da der Sandführungstrichter nur ca. 10 mm (15-5!) vom Füllrahmen abgehoben werden muß, was für den nachfolgenden Füllrahmen ein Einlaufspiel von ca. 15 mm bedeutet. Für das Sandeinfüllen steht somit ca. 60% der gesamten Taktzeit zur Verfügung.

**[0011]** Beim Formkastentransport werden die über Stoßbolzen aneinanderliegenden Formkästen um eine Teilung weiter getaktet. Dabei gelangt die mit Formsand gefüllte Formeinheit in die Verdichtungsstation. Gleichzeitig dazu wird

das in der Verdichtungsstation ausgesenkte Modell unterhalb der Formkastentransportbahn zur Sandfüllstation zurücktransportiert. Die Unterkante des feststehenden Anpreßrahmens der Verdichtungsstation und die Unterkante des angehobenen Sandfülltrichters liegen auf dem gleichem Niveau. Daher fährt die Oberkante des Füllrahmens der mit Formsand gefüllten Formeinheit mit einem geringen Spiel von nur ca.10mm unter den Anpreßrahmen der Verdichtungsstation ein. Die Modellplatte läuft dabei auf der ihr zugeordneten Rollenbahn, während der Formkasten immer noch einen Abstand von ca.5mm zu seiner Rollenbahn hat. Der Hubtisch der Verdichtungsstation fährt unter die Modellplatte und preßt die Formeinheit nach einem weiteren Hub von nur ca.10mm mit einer verdichtungsabhängigen Vorspannkraft gegen den Anpreßrahmen der Verdichtungsstation, wonach dann die Verdichtung erfolgt. Der Formkasten hat dabei einen Abstand von nur ca.15mm zu seiner Rollenbahn, auf die er nach dem Verdichten abgesetzt wird.

Um aber nach dem Verdichten ein zeitaufwendiges Durchfahren dieser 15mm im Feingang zu vermeiden, sind die vier außenliegenden Laufrollen der Formkastenrollenbahn im Bereich der Verdichtungsstation auf verstellbaren Exzenterbolzen gelagert. Nach dem Anpressen der Formeinheit an den Anpreßrahmen der Verdichtungsstation werden die vier Laufrollen durch Verstellen ihrer Exzenterbolzen distanzfrei gegen die Laufleiste des Formkastens gedrückt, wodurch nach dem Verdichten und einem sanften Entspannen der Verdichtungs-bzw. Vorspannkraft das Entformen mit dem langsamen Aussenken des Modells aus der Form sofort und ohne Zeitverlust beginnen kann. Das langsame Aussenken ist zum vorsichtigen Trennen von Modell und Form erforderlich und nach einem modellabhängigen Weg wird das Aussenken des Modells auf eine höhere Geschwindigkeit beschleunigt. Nachdem das Modell vollständig aus der Form herausgesenkt ist, werden die vier Laufrollen während der restlichen Abwärtsbewegung der Modellplatte synchron zueinander auf das Niveau der übrigen Laufrollen abgesenkt, wodurch der Formkasten auf seine Rollenbahn abgesenkt wird. Die Exzenterbolzen drehen dabei in den unteren Exzenterpunkt, so daß der Formkasten mit einer sinusförmigen Bewegung sanft mit dem Geschwindigkeitswert Null auf die übrigen Rollen aufsetzt. Durch das sanfte Entspannen der Verdichtungs-bzw. Vorspannkraft, welches unmittelbar in das langsame Aussenken des Modells aus der Form übergeht sowie auch durch das sanfte Aufsetzen des Formkastens auf seine Transportrollenbahn, wird eine besonders vorsichtige und erschütterungsfreie Behandlung der verdichteten Form ohne Zeitverlust ermöglicht.

**[0012]** Eine weitere Variante besteht darin, die vier exzentergelagerten Laufrollen nicht gegen die Laufleiste des Formkastens zu drücken, sondern sie bis auf eine Distanz von ca.3mm an die Formkastenlaufleiste heranzufahren. Hierbei wird nach dem sanften Entspannen der Verdichtungs-bzw. Vorspannkraft zunächst die gesamte Formeinheit um die ca.3mm langsam abgesenkt, bevor der Formkasten auf die exzentergelagerten Laufrollen aufsetzt, womit dann das Entformen beginnt. Von Vorteil ist hierbei, daß das Entspannen der Verdichtungs- bzw. Vorspannkraft und das Entformen sicher getrennt sind, wobei der Zeitbedarf zur Überbrückung der ca.3mm keine spürbare negative Auswirkung auf die Taktzeit hat. Auch bei dieser Variante ist eine besonders vorsichtige und erschütterungsfreie Behandlung der verdichteten Form gewährleistet. Insgesamt bewirken beide Varianten ohne Zeitverlust ein erschütterungsfreies und sanftes Entformen, wodurch Beschädigungen an der Form wie z.B. das Abreißen sensibler Formballen vermieden werden.

**[0013]** Ein wesentlicher Vorteil ist auch, daß der Füllrahmen außerhalb der Verdichtungs- und Entformstation vom Formkasten abgenommen wird, also wenn Modell und Form bereits getrennt sind. Die beim Trennen von Füllrahmen und Form auftretenden Erschütterungen, wie es beispielsweise beim Stand der Technik durch abruptes Festhalten des Füllrahmens während der Abwärtsbewegung der Fall ist und wobei diese Erschütterungen auf die noch auf dem Modell haftende Form einwirken, sind bei der erfindungsgemäßen Formmaschine nicht existent.

**[0014]** Die Formkästen werden in den beiden Außenstationen zentriert. Die beiden dazwischen befindlichen Formkästen der Sandfüllstation und der Verdichtungsstation haben dabei ein geringfügiges Spiel zueinander, so daß eine ungehinderte vertikale Bewegung möglich ist. Da für die Formkästen in der Sandeinfüll- und Verdichtungsstation eine vertikale Bewegung von jeweils nur ca.15mm erforderlich ist, bleiben die Formkästen mit dem geringfügigen Spiel innerhalb ihrer Stoßbolzen geführt, d.h. ein aus- und einfädeln der Formkästen während der vertikalen Hubbewegung ist vorteilhafterweise nicht erforderlich.

**[0015]** Zum Betrieb der erfindungsgemäßen Formmaschine wird ein Modellpaar benötigt, so daß nacheinander jeweils eine Oberkasten- und eine Unterkastenform hergestellt wird. Mit einem in Bereitschaft stehenden Modellpaar kann ein fliegender Modellwechsel durchgeführt werden. Durch die vier hintereinander liegenden Stationen ist es außerdem möglich, mit 2 oder 3 Modellpaaren im ständigen Modellwechsel zu fahren, d.h. nach jedem Takt kann das Modell gewechselt werden. Dies ist besonders von Vorteil, wenn z.B. ein Modell mit Kühlleisen oder mit exothermen Speisern bestückt werden muß. Die erfindungsgemäße Formmaschine bietet dazu den Vorteil, daß die Modelle auf der Umlaufbahn vor der Formmaschine für das Handling frei zugänglich sind und insbesondere beim Umlauf mit 3 Modellpaaren eine genügend lange Handlingszeit zur Verfügung steht. Falls beim Umlauf mit 2 Modellpaaren die etwas kürzere verfügbare Handlingszeit nicht ausreicht, kann auch vorteilhafterweise eine Modellkombination gefahren werden, bei der beispielsweise ein Modellpaar ohne Behandlungsbedarf zwei mal hintereinander abgeformt wird, während das andere Modellpaar zwischenzeitlich auf der Umlaufbahn mit dem erforderlichen Zubehör bestückt wird und danach zu einem einmaligen Formvorgang in die Formmaschine einwechselt und wonach sich dieser 2:1-Zyklus der Losgröße entsprechend wiederholt. Beim Betrieb mit 2 oder 3 Modellpaaren können weitere Modelle auf einer Parkbahn außer-

halb der Umlaufbahn zum Einwechseln in Bereitschaft stehen.

**[0016]** Das Abheben des Füllrahmens vom Formkasten, das Auflegen des Füllrahmens auf den Formkasten sowie der Rücktransport der Füllrahmen von der Abhebestation zur Auflegestation erfolgt völlig losgelöst von den Formvorgängen, die in den beiden Mittelstationen ablaufen. Der Füllrahmenrücktransport erfolgt auf der Rückseite der Formmaschine über eine angetriebene Rollenbahn oder über eine Gefällrollenbahn. Mit der Anordnung der Rücklaufrollenbahn auf der Formmaschinenrückseite wird vorteilhafterweise ein ohnehin vorhandener Totraum oberhalb der Palettentransportbahn genutzt. Vorteilhaft ist dabei auch, daß nur ein geringer Abstand zwischen der Formmaschine und der Palettenbahn erforderlich ist, was kurze Transportwege für Formkastenübersetzgeräte der Formanlage bedeutet und wodurch der Flächenbedarf für die Formanlage reduziert werden kann. Es sind insgesamt 5 Füllrahmen im Umlauf, wodurch die einzelnen Arbeitsschritte beim Füllrahmenumlauf ohne Zeitzwang innerhalb der Formmaschinentaktzeit durchgeführt werden können.

**[0017]** Die erfindungsgemäße Formmaschine ist innerhalb eines klar umgrenzten Maschinengerüsts kompakt und übersichtlich gegliedert und sie läßt sich auf einfache Weise in eine Formlinie bzw. Formanlage integrieren, wobei einlaufseitig eine Formkastenreinigungsvorrichtung und auslaufseitig eine Formkastenwendevorrichtung angebaut werden kann. In der erfindungsgemäßen Formmaschine können auch alle gängigen Verdichtungsverfahren wie beispielsweise das Luftimpulsverfahren mit seinen verschiedenen Varianten, das mechanische Vielstempelpressen oder auch das Luftstrompressen auf einfache Weise integriert werden. Beispielsweise ist in Fig.1 das Luftimpulsverfahren und in Fig.3 das Vielstempel-Luftstrompressen angedeutet.

**[0018]** Ein besonderer Vorteil besteht auch darin, daß die erfindungsgemäße Formmaschine ein zeitgedehntes Sandeinfüllen in den Formkasten ermöglicht, wobei hierfür ca.60% der gesamten Taktzeit zur Verfügung steht. Der Formsand wird dabei während der verfügbaren Einfüllzeit kontinuierlich mit einem gleichmäßigen und rechteckigen Querschnittsprofil von einem Transportband aus einem Vorratsbunker abgezogen und über einen in einem Sandführungstrichter angeordneten, mehrstufigen Aeratorsatz in den Formkasten eingefüllt. Die Breite des Querschnittsprofils entspricht dabei annähernd dem Innenmaß des Formkastens in Bezug auf seine Querachse. Damit wird zunächst über die Breite des Formsandeinlaufes bzw. über die Querachse des Formkastens eine gleichmäßige Formsandverteilung erreicht. Der so im Querschnittsprofil gleichmäßig verteilte Formsand fällt mittig in den Sandführungstrichter ein und trifft dabei auf den mehrstufigen Aeratorsatz. Der mehrstufige Aeratorsatz lockert einerseits den Formsand auf und andererseits wird durch eine gezielte Wahl der Drehrichtung und der Drehzahl einzelner Aeratorachsen eine gleichmäßige Formsandverteilung über die Längsachse des Formkastens erreicht. In der ersten Phase von ca.2/3 der Einfüllzeit wird das Sandeinfüllen in den Formkasten durch einen Luftstrom unterstützt, der über Schlitzdüsen in der Modellplatte angesaugt wird. Dieser Luftstrom kann über ein Sieb an der Oberseite des Sandführungstrichters ungehindert eintreten und es kommt dadurch gewollt zu keiner Unterdruckauswirkung im Formraum. Das Sieb verhindert andererseits das Herausspritzen von Formsand durch die Aeratorwirkung. Da der Sandführungstrichter während des Füllvorganges dicht auf dem Füllrahmen aufsitzt, ist der gesamte Formraum sanddicht Jedoch nicht luftdicht verschlossen. Dadurch kann kein Formsand austreten, was eine besonders saubere Sandeinfüllung ermöglicht. Der Luftstrom fließt mit dem fallenden Formsand nach unten und unterstützt in besonders vorteilhafter Weise durch Ansaugen des Formsandes das gleichmäßige Füllen aller Modellpartien, insbesondere der sensiblen, engen und tiefliegenden Modelltaschen, ohne dabei einen Unterdruck mit Vorverdichtungseffekt zu bewirken. Durch das kontinuierliche und zeitgedehnte Einfüllen wird dabei eine allmählich ansteigende und gleichmäßige Füllung aller Modellpartien und insbesondere der engen und tiefen Modelltaschen sichergestellt, was für eine gute und gleichmäßige Formverdichtung von besonderer Bedeutung ist. Durch eine allmähliche Geschwindigkeitssteigerung des Transportbandes auf den Maximalwert kann die anfängliche Einfüllung kritischer Modellpartien besonders vorsichtig erfolgen. Nach ca.2/3 der Einfüllzeit sind in der Regel alle Modellpartien mit Formsand bedeckt. Das Einfüllen des restlichen Formraumes, welcher den oberen Bereich des Formkastens und den Bereich des Füllrahmens ausmacht, erfordert kein so vorsichtiges Einfüllen mehr, so daß dieser Raum mit dem inzwischen erreichten maximalen Geschwindigkeitswert des Transportbandes aufgefüllt werden kann. Auch ist für das letzte Drittel der Luftstrom nicht mehr erforderlich. Dadurch kann der Modellplattenhubtisch, über den der Luftstrom angesaugt wird, vorzeitig absenken um so rechtzeitig für den Rücktransport der Modellplatte in der unteren Position zu sein. Für das Sandeinfüllen in den Formkasten wird die verfügbare Zeit als fixe Größe voll ausgenutzt. Die Dosierung der vom jeweiligen Modell abhängigen Formstoffmenge wird durch Veränderung der Transportbandgeschwindigkeit und/oder durch Veränderung der Schichthöhe des Formsandes auf dem Transportband über einen Schieber am Auslauf des Vorratsbunkers eingestellt.

**[0019]** Durch eine alternative Ausführungsform, bei der die Modellplatte bereits in der ersten Station unter den Formkasten gehoben wird, kann die Zeit für das Sandeinfüllen in die Formeinheit weiter verlängert werden, weil die hierfür verfügbare Zeit sich aus der Gesamtaktzeit abzüglich der Formkastentransportzeit ergibt.

**[0020]** Nachstehend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnungen beschrieben. Hierbei zeigen:

**Fig.1** einen Längsschnitt durch die Formmaschine mit einer von rechts nach links dargestellten Durchlaufrichtung

der Formkästen.

- mit Station "A" zum Auflegen des Füllrahmens auf den Formkasten
- mit Station "B" zum Sandeinfüllen in den Formkasten
- mit Station "C" zum Verdichten und Entformen
- mit Station "D" zum Abnehmen des Füllrahmens vom Formkasten

**Fig.2** einen Querschnitt durch die Sandeinfüllstation gemäß Schnittlinie B-B in Fig.1

**Fig.3** einen Querschnitt durch die Verdichtungsstation gemäß Schnittlinie C-C in Fig.1

**Fig.4** einen Querschnitt durch die Füllrahmenumsetz-Stationen und durch die Modellwechselstation.

- als Füllrahmenauflegestation gemäß Schnittlinie A-A in Fig.1
- als Füllrahmenabhebestation gemäß Schnittlinie D-D in Fig.1
- die beiden Stationen weisen eine identische Darstellung auf, wobei jedoch gemäß Schnittlinie A-A die Verdichtungseinheit (11) und die Rollenbahnen (26 und 86) nicht sichtbar wären.

**Fig.5** eine Draufsicht auf den Füllrahmenumlauf gemäß Schnittlinie E-E in Fig.1

**Fig.6** eine Draufsicht auf den Modellplattenumlauf gemäß Schnittlinie F-F in Fig.1

**Fig.7** einen Ausschnitt aus einer Formanlage mit einem Beispiel, wie die erfindungsgemäße Formmaschine in eine Formanlage integriert werden kann, dargestellt in drei Schritten.

**Fig.7a** Grundstellung der Formanlage vor Beginn des Formkastentransportes in der Achse "X" mit einem Oberkasten in der Verdichtungsstation

**Fig.7b** Stellung der Formanlage nach der ersten Hälfte des Formkastentransportes in der Achse "X" mit einem Unterkasten in der Verdichtungsstation.

**Fig.7c** Stellung der Formanlage nach der zweiten Hälfte des Formkastentransportes in der Achse "X" mit einem Oberkasten in der Verdichtungsstation. Danach folgt wieder die Grundstellung.

**Fig.8** einen Längsschnitt durch die Formmaschine mit einer weiteren Ausführungsvariante für den Quertransport der Füllrahmen.

**[0021]** **Fig.1** zeigt ein Maschinengerüst bestehend aus dem Koprahmen 6, dem Grundrahmen 7 und den Säulenpaaren 8 und 9. Das Säulenpaar 8 weist zur Aufnahme der Verdichtungskräfte einen größeren Querschnitt auf. Die Säulenpaare 8 und 9 sind auch in **Fig.5** und **6** dargestellt. Die Verdichtungseinheit 10 bzw. 11, die für verschiedene Verdichtungsverfahren ausgelegt sein kann, ist im Koprahmen 6 integriert. Durch das Maschinengerüst verläuft die Rollenbahn 12 zum Transport der Formkästen 4, die jeweils nach den Arbeitszyklen der einzelnen Stationen taktweise in Pfeilrichtung 13 durch die Formmaschine transportiert werden. Die Formkästen liegen dabei über ihre verschleißfesten Stoßbolzen 14 aneinander. Die Transportrollenbahn 12 ist an den Säulen 8 und 9 befestigt. Innerhalb des Maschinengerüsts sind vier Arbeitsstationen angeordnet, deren vertikale Achsen mit "A", "B", "C" und "D" bezeichnet sind. Die Abstände dieser Achsen entsprechen der Formkastenteilung auf der Transportrollenbahn 12. Die Unterkante 10a der Verdichtungsstation 10/11 und die Unterkante des angehobenen Sandfülltrichters 22 haben das gleiche Höhenniveau 23, wobei das Freimaß 23a zwischen dem Höhenniveau 23 und der Oberkante des in die Station "B" einfahrenden Füllrahmens 5a sowie des aus der Station "C" ausfahrenden Füllrahmens 5c ca. 15mm beträgt. An der Einlaufseite der Formmaschine ist eine Formkastenreinigungsvorrichtung 15 und an der Auslaufseite eine Formkastenwendevorrichtung 16 in Form eines Trommelwenders angebaut.

**[0022]** In der Achse "A" wird in der oberen Ebene der Füllrahmen 5 auf den Formkasten 4 aufgesetzt und in der unteren Ebene ist auf dem angehobenen Hubtisch 28A eine Modellplatte 2a bereitgestellt, die im Falle eines Modellwechsels zeitgleich mit dem Formkastentransport 13 von Station "A" zur Station "B" transportiert wird. Die Darstellung zeigt den bereits abgelegten Füllrahmen 5a mit der abgesenkten Füllrahmenhubvorrichtung 17.

**[0023]** In der Achse "B" wird der Formsand in den Formkasten eingefüllt. Die Darstellung zeigt die bereits bis zur Linie 18 fertig mit Formsand gefüllte Unterkasten-Formeinheit, die aus Modellplatte 1b, Formkasten 4b und Füllrahmen 5b besteht. Dabei ist die Modellplatte 1b auf ihrer oberen Rollenbahn 19 abgestellt und der Formkasten 4b befindet

sich in einem geringfügigen Abstand **20** (ca.5mm) zu seiner Rollenbahn **12**. Der Hubtisch **21**, der die Modellplatte **1b** unter den Formkasten **4b** gehoben hat, befindet sich wieder in der abgesenkten Position und der Sandführungstrichter **22** ist vom Füllrahmen **5b** abgehoben, wobei sich die Unterkante des Sandfülltrichters **22** und die Unterkante der Verdichtungseinheit **10/11** bzw. des Anpreßrahmens **10a** auf gleichem Höhenniveau befinden. Das geringfügige Abstandsmaß **23b** zwischen der Oberkante des Füllrahmens **5b** und Unterkante des Sandführungstrichters **22** beträgt dabei ca.10mm.

[0024] In der Achse "**C**" erfolgt das Verdichten der Form und das Trennen von Form und Modell (*Entformen*). Die Darstellung zeigt den bereits abgeschlossenen Formvorgang. Dabei steht der Formkasten **4c** mit der verdichteten Oberkastenform auf seiner Rollenbahn **12**, der Füllrahmen **5c** liegt auf dem Formkasten **4c** auf und der Formstoff ist bis zur Linie **24** verdichtet. Der Hubtisch bzw. Preßtisch **25** ist abgesenkt, die Oberkastenmodellplatte **1a** steht auf ihrer unteren Rollenbahn **26** zum Rücktransport zur Station "**B**" bereit und die obere Modellplattenrollenbahn **27** ist eingeschwenkt und somit zur Aufnahme der Formeinheit (*Modellplatte 1b, Formkasten 4b und Füllrahmen 5b*) aus der Station "**B**" bereit. Für den Rücktransport der Modellplatte **1a** von Station "**C**" nach Station "**B**" ist ein geringes Freimaß **75b** (ca.20mm) zwischen dem höchsten Punkt des Modells und dem untersten Punkt der Modellplatte erforderlich. Das maximale Aussenmaß **75** wird dabei von der maximalen Modellhöhe **75a**, dem Freimaß **75b** und der Modellplattenhöhe **75c** bestimmt.

[0025] In der Achse "**D**" wird in der oberen Ebene der Füllrahmen **5d** vom Formkasten **4d** abgenommen und in der unteren Ebene ist der angehobene Hubtisch **28D** bereit, im Falle eines Modellwechsels die Modellplatte **1a** aus der Station **C** aufzunehmen, wobei der Transport zeitgleich mit dem Formkastentransport **13** durchgeführt würde. Die Darstellung zeigt den bereits abgehobenen und zur Hinterseite der Formmaschine transportierten Füllrahmen **5d**. Die Füllrahmenhubvorrichtung **29** ist abgesenkt und somit zur Aufnahme des nächst folgenden Füllrahmens **5c** bereit.

[0026] In den Stationen "**A**" und "**D**" werden die Formkästen über die Zentrierkolben **30** (Fig.1,4,7) zentriert und arretiert. Die Zentrierung wird nur für den Formkastentransport **13** gelöst und danach wieder geschlossen. Wegen der Hubzylinder **17a** und **29a** erfolgt die Zentrierung außerhalb der Formkastenmitte in Bezug auf seine Längsachse. Dies hat zudem den wesentlichen Vorteil, daß die zwangsläufige Schwächung des Formkastenprofils durch die Zentrierbüchsen **31** in einem Bereich erfolgt, in dem die Formkastenwand durch den bei der Verdichtung entstehenden Innendruck am geringsten belastet wird, nämlich nahe dem Bereich, in dem die Vorzeichen der Momentenflächen von plus nach minus wechseln. Im weiteren bleibt die Lage der Formkästen in Bezug auf die außermittige Anordnung der Zentrierbüchsen **31** durch die Verwendung von Trommelwendern innerhalb der gesamten Formanlage unverändert. Die beiden Formkästen **4b** und **4c** in den Stationen "**B**" und "**C**" haben zwischen den zentrierten und arretierten Formkästen **4a** und **4d** über ihre Stoßbolzen **14** ein geringfügiges Spiel von ca.0,7mm pro Stoß, so daß sie ungehindert die erforderlichen vertikalen Bewegungen durchführen können. Die Zentrierkolben **30** (Fig.4) und die Zentrierbüchsen **31** (Fig.4) sind so ausgeführt, daß die Formkästen nur in horizontaler Richtung zentriert werden, während die Zentrierbüchse **31** bzw. der Formkasten in vertikaler Richtung zum Zentrierkolben **30** frei beweglich ist.

[0027] Die Fig.1 zeigt entsprechend der vorangegangenen Beschreibung die Ausgangsstellung der Formmaschine und der Funktionsablauf, der später noch genauer beschrieben wird, kann in dieser Stellung mit dem Öffnen der Zentrierkolben **30** und dem nachfolgenden Formkastentransport **13** beginnen.

[0028] Die Fig.2 zeigt einen Querschnitt durch die Sandeinfüllstation "**B**" gemäß der Schnittlinie B-B in Fig.1. Im linken Halbschnitt wird der Betriebszustand während des Sandeinfüllens in den Formkasten gezeigt, wobei sich der augenblickliche Füllstand beispielsweise in Höhe der Linie **32** befindet. Der Hubtisch **21** hat die Modellplatte **1b** von der unteren Modellplattenrollenbahn **26** abgehoben und unter den Formkasten **4b** gefahren, der dabei um das Maß **33** (ca.8mm) von seiner Rollenbahn **12** abgehoben wurde. Der Sandführungstrichter **22** sitzt dicht auf dem Füllrahmen **5b** auf. Die Modellplatte **1b** steht so hoch, daß die Laufrollen **19a** der horizontal verstellbaren oder schwenkbaren Modellplattenrollenbahn **19** mit dem Spiel **34** (ca.3mm) unter die Laufleiste der Modellplatte **1b** einfahren oder einschwenken können. Die Modellplattenrollenbahn **19** war beim Hochfahren der Modellplatte **1b** zurückgefahren um den Durchgang der Modellplatte zu ermöglichen. Der rechte Halbschnitt der Fig.2 zeigt den bereits abgeschlossenen Sandeinfüllvorgang. Dabei ist die Formeinheit bis zur Linie **18** fertig mit Formsand gefüllt. Der Hubtisch **21** ist in die untere Position gefahren, die Modellplatte **1b** wurde auf die Modellplattenrollenbahn **19** abgestellt und der auf der Modellplatte **1b** aufliegende Formkasten **4b** befindet sich dabei in einem geringfügigen Abstand **20** (ca.5mm) zu seiner Rollenbahn **12**. Der Sandführungstrichter **22** ist vom Füllrahmen **5b** abgehoben, wobei das Abstandsmaß **23b** zum Füllrahmen ca.10mm beträgt. Der rechte Halbschnitt der Fig.2 entspricht daher wie in Station "**B**" (Fig.1) der Ausgangsstellung in diesem Bereich. Links in Fig.2 ist die Füllrahmenrücklaufbahn **71** und rechts in Fig.2 ist die Modellplattenumlaufbahn **86** angedeutet. Die um das Maß **35** hochgezogene Laufleiste der Modellplatte ermöglicht das Freimaß **36** (Fig.1,2 u.3) mit einer Zugangs- bzw. Einsichtsmöglichkeit zur Modellplatte, was auch für Fig.3 im Bereich der Verdichtungsstation zutreffend ist.

[0029] Die in Fig.1 u.2 gezeigte Sandeinfüllvorrichtung weist einen Sandführungstrichter **22** auf, dessen Innenabmessungen um das Maß **37** geringfügig kleiner sind als die Innenabmessungen des Füllrahmens **5**. Dadurch werden bei Maßungenauigkeiten Flächenüberstände an der Innenseite des Füllrahmens vermieden, auf die sich Formsand

ablagern könnte. Der Sandführungstrichter **22** ist innen mit Teflon **38** ausgekleidet, um ein Anbacken des Formsandes zu vermeiden. Innerhalb des Sandführungstrichters **22** ist ein dreistufiger Aeratorsatz **39** angeordnet, dessen Achsen in außen am Sandführungstrichter **22** befestigten Lagerschilden **40** gelagert sind und die über die Antriebselemente **41** und **42** angetrieben werden. Die Aeratorachsen haben gemäß Darstellung in **Fig.1** unterschiedliche Drehrichtungen, die einerseits eine optimale Formsandauflockerung bewirken und andererseits für eine gleichmäßige Formsandverteilung in der Formkastenlängsachse sorgen. Sinnvollerweise wird dabei die eine Drehrichtung der linksseitigen Antriebseinheit **41** und die andere Drehrichtung der rechtsseitigen Antriebseinheit **42** zugeordnet. Der Sandführungstrichter **22** ist an einem zylinderbetätigten Hebelsystem **43** aufgehängt, wobei die beiden Hebelarme **43a** und **43b** (Fig.1 u.2) sowie der einzelne Hebelarm **43c** (Fig.1) starr mit einer Welle **43d** (Fig.1) verbunden sind. Dadurch werden die beiden Hebelarme **43a** und **43b** von dem einzelnen Hubzylinder **44** (Fig.1 u.8) synchron bewegt. Das Hebelsystem lagert in den beiden Lagersäulen **45**. Der Sandführungstrichter **22** wird im oberen Bereich über die Zapfen **46** (Fig.1 u. 2) an den Hebelarmen **43a** und **43b** aufgehängt und im unteren Bereich über die Bolzen **47** (Fig.1u.2) geführt, wodurch eine exakt geführte vertikale Bewegung des Sandführungstrichters ermöglicht wird. Die Aeratorsätze laufen während des Betriebes der Formmaschine ununterbrochen weiter, d.h. sie werden in der jeweils kurzen Zeitphase, in der kein Sand eingefüllt wird nicht ausgeschaltet. Um dabei ein vibrieren des Sandführungstrichters durch die drehenden Aeratoren zu vermeiden, wird der Sandführungstrichter **22** in seiner oberen und unteren Arbeitsposition kraftschlüssig gespannt. Der pneumatische Hubzylinder **44** hat dazu entsprechende Hubreserve, so daß der Sandführungstrichter in der unteren Stellung fest auf den Füllrahmen **5** gedrückt wird und in der oberen Stellung fest gegen die Anschläge **48** gezogen wird.

**[0030]** Der Hubtisch **21** weist mindestens zwei aus dickwandigen Rohren bestehende Führungsstangen **49** auf, die einerseits die Funktion der Hubtischführung haben und andererseits als Verbindungsleitung zur Luftansaugung über die Modellplatte dienen. Die Führungsstangen **49** werden am unteren Ende über flexible Schlauchleitungen **50** mit einer regelbaren und abschaltbaren Unterdruckquelle **51** verbunden, womit ein den Erfordernissen entsprechend geregelter Luftstrom erzeugt wird. Dieser Luftstrom wird über die in der Modellplatte eingesetzten Schlitzdüsen **52** angesaugt und über den Modellplattenhohlraum **53**, den Bohrungen **54 u.55** und den Hohlraum der Führungsstangen **49** zur Unterdruckquelle **51** geführt. Der über die Schlitzdüsen **52** angesaugte Luftstrom bewirkt, daß bei entsprechend geregelter Intensität zusammen mit dem feindosiert einfallenden Formsand eine allmähliche und gleichmäßige Füllung aller Modellpartien, insbesondere der engen und tiefliegenden Modelltaschen erreicht wird, ohne daß dabei ein Unterdruck mit Vorverdichtungseffekt des Formsandes entsteht. Der wesentliche Effekt ist hierbei, daß in allen Modellpartien eine gleichmäßige und feine bzw. enge Schüttdichte der Sandkörner unter Vermeidung von Hohlräumen bzw. Luftblasen erzielt wird. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für eine optimale und gleichmäßige Formverdichtung. Zur Vermeidung einer Unterdruckauswirkung in der Formkammer **56** ist der Sandführungstrichter **22** an der Oberseite sanddicht mit einem Sieb **57** (Fig.1) abgedeckt, so daß der angesaugte Luftstrom ungehindert in den Sandführungstrichter **22** und in die Formkammer **56** eintreten kann. Das Sieb **57** verhindert andererseits ein Herausspritzen des von den Aeratoren aufgewirbelten Formsandes. Der Luftstrom hat seine besondere Bedeutung in der Anfangsphase der Formsandeinfüllung, in der zunächst die Modellpartien verfüllt werden. Ab einer bestimmten Füllhöhe kann daher der Luftstrom kontinuierlich reduziert werden, bis er etwa im Füllhöhenbereich der Linie **32** den Wert Null erreicht bzw. ausgeschaltet wird. Der Hubtisch **21** kann dann während der restlichen Einfüllung bis zur Linie **18** in seine untere Position absenken, um so rechtzeitig die Rollenbahn **26** für den Modellplattentransport von Station "C" nach Station "B" frei zu geben.

**[0031]** Die Formsandzufuhr in den Sandführungstrichter **22** und in die Formkammer **56** erfolgt über das Transportband **58**, welches den Formsand aus einem Vorratsbunker **59** abzieht und ihn über den Zwischentrichter **60** in den Sandführungstrichter **22** fördert. Dabei wird der Formsand durch eine entsprechend gestaltete Austrittsöffnung mit einem gleichmäßigen rechteckigen Querschnittprofil **61** aus dem Vorratsbunker **59** abgezogen. Die Breite des Querschnittsprofils **61** entspricht annähernd der Innenbreite des Formkastens **4**, so daß über die Querachse eine gleichmäßige Formsandverteilung erreicht wird. Die Seitenwände des Zwischentrichters **60** reichen als seitliche Führungswände bis an den Vorratsbunker **59** heran und sie verhindern, daß das rechteckige Querschnittsprofil **61** des Formsandes zerfällt. Die Innenwände des Zwischentrichters **60** sind mit Teflon **38a** ausgekleidet, um ein Anbacken des Formsandes zu vermeiden. Der so über die Querachse gleichmäßig verteilte Formsand fällt mittig (**Fig.1**) in den Sandführungstrichter **22** und wird dann durch verstellbare Leitelemente **62** und durch die Aeratoren **39** nach beiden Seiten in der Längsachse des Formkastens gleichmäßig verteilt und dabei gleichzeitig auch aufgelockert. So wird z.B. ein Teil des mittig einfallenden Formsandes durch die in **Fig.1** gekennzeichneten gegensätzlichen Drehrichtungen der oberen Aeratorreihe nach außen gewirbelt. Die weitere Verteilung und Auflockerung erfolgt durch die beiden unteren Aeratorreihen. Durch eine variable Verstellmöglichkeit von Drehzahl und Drehrichtung der einzelnen Aeratorachsen kann die Formsandverteilung optimiert werden. Mit dem Einschalten des Transportbandes **58** wird seine Fördergeschwindigkeit allmählich bis zum Endwert hochgefahren. Dadurch kann die anfängliche Einfüllung kritischer Modellpartien besonders vorsichtig erfolgen. Für das Sandeinfüllen wird die verfügbare Zeit als fixe Größe voll ausgenutzt. Die Dosierung der modellabhängigen Formstoffmenge wird durch Einstellen der Fördergeschwindigkeit des Transportbandes **58** und/oder



durch Einstellen der Schichthöhe **63** (Fig.1 u.2) über einen Schieber des Vorratbunkers **59** erreicht.

**[0032]** Die **Fig.3** zeigt einen Querschnitt durch die Verdichtungsstation "**C**" gemäß Schnittlinie C-C in Fig.1. Im rechten Halbschnitt ist ein Betriebszustand dargestellt, in dem die mit Formsand gefüllte Formeinheit (*Modellplatte 1a, Formkasten 4c und Füllrahmen 5c*) zusammen mit dem Formkastentransport **13** auf der horizontal eingerückten oberen Modellplattenrollenbahn **27** in die Verdichtungsstation eingefahren ist. Die Modellplatte **1a** steht dabei auf der oberen Modellplattenrollenbahn **27** wobei der Formkasten **4c** sich im Abstand **20** (ca.5mm) zu seiner Rollenbahn **12** befindet und der Füllrahmen **5c** das Abstandsmaß **23c** (ca.10mm) zur Unterkante **10a** der Verdichtungseinheit **10/11** hat. Der Hubtisch bzw. der Preßtisch **25** ist noch abgesenkt und die Modellplatte **1b** ist auf ihrer unteren Rollenbahn **26** in die Sandfüllstation der Achse "**B**" zurückgefahren, so daß als nächstes der Hubtisch bzw. Preßtisch **25** anheben kann. Im linken Halbschnitt ist der Hubtisch bzw. Preßtisch **25** hochgefahren und hat die Formeinheit (*Modellplatte 1a, Formkasten 4c und Füllrahmen 5c*) gegen den Rahmen **10a** der Verdichtungseinheit **10/11** gedrückt. Die Hub- bzw. Preßzylinder **64** (Fig.1 u.3), die in ihrer Doppelanordnung auch als Führungseinheit dienen, erzeugen dabei eine Anpreß- bzw. Vorspannkraft, womit die Verdichtungskraft aufgenommen werden kann, ohne daß dabei die Formeinheit nach unten gedrückt wird. In dieser Stellung wird der Verdichtungsvorgang durchgeführt, wobei die Bohrungen **55a** in Abhängigkeit vom eingesetzten Verdichtungsverfahren beispielsweise mit einer Unterdruckquelle verbunden werden können. Die obere Modellplattenrollenbahn **27** ist nach dem Andrücken der Formeinheit an den Rahmen **10a** durch horizontales Verstellen oder Ausschwenken geöffnet worden, so daß die Modellplatte **1a** nach dem Verdichten auf die untere Modellplattenrollenbahn **26** abgesenkt werden kann. Nach dem Andrücken der Formeinheit an den Rahmen **10a** wurden auch die vier auf Exzenterbolzen **65a** gelagerten Laufrollen **65** (Fig.1,3), die im äußersten Bereich der Formkastenlaufleisten (**Fig.1-65**) angeordnet sind, durch Einzelverstellung **67** (Fig.3) der Exzenterbolzen **65a** (Fig.3) unter die Formkastenlaufleiste gedrückt. Der Formkasten **4c** befindet sich dabei im Abstand **66** (ca.15mm) zum Normalniveau der Formkastenrollenbahn **12**. Nach dem Verdichtungsvorgang wird die Anpreß- bzw. Vorspannkraft ruckfrei abgebaut und sofort danach kann der Trennvorgang von Modell und Form beginnen, in dem der Hubtisch **25** mit der Modellplatte **1a** zunächst im Feingang abgesenkt wird und nach einem modellabhängigen Feingangsweg der weitere Aussenkvorgang ruckfrei auf eine höhere Geschwindigkeit beschleunigt wird. Besonders vorteilhaft ist hierbei, daß jede der vier Laufrollen **65** durch die Einzelverstellung **67** schlüssig und distanzfrei an der Formkastenlaufleiste anliegt, auch wenn der Formkasten (zum Beispiel durch Sandeinschluß zwischen Formkasten und Modellplatte) einmal nicht exakt planparallel auf der Modellplatte aufliegen sollte. Der Trennvorgang von Modell und Form kann daher besonders vorteilhaft aus der Lage beginnen, die der Formkasten beim Verdichten eingenommen hatte, sodaß es also nicht zu einem schädlichen einseitigen Beginn des Trennvorganges kommen kann, falls der Formkasten nicht exakt planparallel auf der Modellplatte aufgelegt hat. Der Formenausschuß wird dadurch erheblich reduziert. Nachdem das Modell vollständig aus der Form herausgesenkt ist, werden die vier Laufrollen **65** während der restlichen Abwärtsbewegung der Modellplatte synchron zueinander auf das Laufrollenniveau der Formkastenrollenbahn **12** abgesenkt, wodurch der Formkasten um das Maß **66** (ca.15mm) abgesenkt und auf seine Rollenbahn **12** aufgesetzt wird. Die Exzenterbolzen **65a** drehen dabei in den unteren Exzenterpunkt, so daß der Formkasten mit einer sinusförmigen Bewegung sanft mit dem Geschwindigkeitsendwert Null auf seine Rollenbahn **12** aufsetzt. In der **Fig.3** ist im weiteren noch die Füllrahmenrücklaufbahn **71** und die Modellplattenumlaufbahn **86** angedeutet. Die um das Maß **35** hochgezogene Laufleiste der Modellplatte ermöglicht das Freimaß **36** (Fig.1,2 u.3) mit einer Zugangs- bzw. Einsichtmöglichkeit zur Modellplatte, was auch für **Fig.2** im Bereich der Sandfüllstation zutreffend ist.

**[0033]** Der Funktionsablauf der Sandfüllstation "**B**" und der Verdichtungsstation "**C**" ist unabhängig vom später noch näher beschriebenen Füllrahmenumlauf der Stationen "**A**" und "**B**" sowie der Achse "**Y**". Beginnend mit der in **Fig.1** dargestellten und bereits beschriebenen Ausgangsstellung wird nachfolgend der Funktionsablauf der beiden zeitparallel arbeitenden Stationen "**B**" und "**C**" mit dem Modellplattenpaar **1a** und **1b** beschrieben:

**[0034]** Nach dem Öffnen der Formkastenzentrierung **30** (Fig.1,4 u.7) werden die über ihre Stoßbolzen **14** aneinanderliegenden Formkästen **4** von einem Transportzylinder **91** (Fig.7) um eine Formkastenteilung in Pfeilrichtung **13** verschoben. Dabei gelangt der abgeformte Formkasten **4c** mit seinem Füllrahmen **5c** in die Station "**D**", die mit Formsand gefüllte Formeinheit (*Modellplatte 1b, Formkasten 4b und Füllrahmen 5b*) in die Station "**C**" und ein leerer Formkasten **4a** mit seinem Füllrahmen **5a** in die Station "**B**". Die Modellplatte **1b** läuft dabei auf den eingeschwenkten Rollenbahnen **19** und **27**, während der auf der Modellplatte **1b** aufliegende Formkasten **4b** die Distanz **20** (ca.5mm) zu seiner Rollenbahn **12** hat und die Schubkraftübertragung über den gleichwertigen Versatz **20a** der Stoßbolzen erfolgt, wobei die Modellplatte **1b** vom auf ihr fixierten Formkasten **4b** mitgenommen wird. Alle anderen Formkästen laufen auf ihrer Rollenbahn **12**. Gleichzeitig mit dem Formkastentransport **13** läuft die Modellplatte **1a** auf ihrer angetriebenen Rollenbahn **26** von der Station "**C**" zur Station "**B**" zurück. Nur im Falle eines Modellwechsels würde zeitgleich zum Formkastentransport **13** die Modellplatte **1a** von Station "**C**" nach Station "**D**" und die Modellplatte **2a** von Station "**A**" nach Station "**B**" verfahren. Sobald während des Formkastentransportes **13** die Modellplatte **1b** die letzte Laufrolle **19b** verlassen hat, wird die Rollenbahn **19** horizontal zurückgeschwenkt, damit die in Station "**B**" einlaufende Modellplatte **1a** oder **2a** ohne Verzögerung vom Hubtisch **21** angehoben werden kann. Nach dem Formkastentransport **13** werden die Zentrierkolben **30** (Fig.1,4 u.7) zum Zentrieren der Formkästen ausgefahren und gleichzeitig damit wird die Aufwärtsbewegung

der beiden Hubtische **21** und **25** gestartet. Die Formkastenzentrierung erfolgt während der ersten Hubhälfte der Hubtische **21** und **25**, so daß die Formkästen in den Stationen "**A**" und "**D**" zentriert sind, wenn Hubtisch **25** die Modellplatte **1b** und die auf dem Hubtisch **21** aufliegende Modellplatte **1a** den Formkasten erreicht und somit die Formkästen in den Stationen "**B**" und "**C**" mit geringem Spiel zueinander ungehindert vertikal bewegt werden können. Eine steuerungs-  
 5 seitige Überwachung stellt sicher, daß die Aufwärtsbewegung der Hubtische bei einer fehlerhaften Zentrierung rechtzeitig gestoppt wird. Nach dem Zentrieren der Formkästen wird der Sandführungstrichter **22** durch die Hubvorrichtung **43,44** auf den Füllrahmen aufgesetzt, wozu nur ein geringer Hub von ca.15mm erforderlich ist. Der Hubtisch **21** fährt die Modellplatte **1a** unter den Formkasten und hebt diesen samt Füllrahmen ca.8mm von seiner Rollenbahn **12** ab. Der Sandführungstrichter **22** wird dabei wieder gegen den elastischen Druck des Pneumatikzylinders **44** um ca.8mm nach  
 10 oben gedrückt. In dieser Hubtischposition wird die Rollenbahn **19** wieder eingeschwenkt, wobei die Laufrollen **19a** das Spiel **34** (ca.3mm) zur Modellplattenlaufleiste haben. Sobald die Modellplatte **1a** den Formkasten erreicht hat, wird die Sandzufuhr über das Transportband **58** eingeschaltet. Bereits etwas früher wurde die Unterdruckquelle **51** eingeschaltet, damit der über die Schlitzdüsen **52** angesaugte Luftstrom zu Beginn der Formsandeinfüllung voll wirksam ist. Nach ca. 2/3 der Formsandeinfüllung wird der Luftstrom ausgeschaltet und der Hubtisch **21** abgesenkt, um rechtzeitig den  
 15 Modellplattentransport von Station "**C**" nach Station "**B**" zu ermöglichen. Die Modellplatte **1a** wird dabei nach ca.3mm Hub auf die Rollenbahn **19** abgesetzt. Der Sandführungstrichter **22** senkt um den gleichen Betrag mit ab, bleibt aber bis zum Ende der Formsandeinfüllung auf dem Füllrahmen sitzen. Die Sandeinfüllzeit endet mit dem Öffnen der Formkastenzentrierung **30**, womit ihr vom Zusammenfügen von Modellplatte und Formkasten an gerechnet eine fixe Zeit zugeordnet ist. Der modellabhängige Formsandbedarf wird dabei durch Einstellen der Fördergeschwindigkeit und der Beschleunigung des Transportbandes **58** und/oder durch Einstellen der Schichthöhe **63** (Fig.1 u.2) erreicht. Der Sand-  
 20 führungstrichter **22** wird während dem Öffnen der Formkastenzentrierung **30** um das Maß **23b** (ca.10mm) angehoben. Der Arbeitszyklus der Sandeinfüllstation "**B**" ist damit beendet.

**[0035]** Die Verdichtungsstation "**C**" arbeitet zeitparallel zur Sandeinfüllstation "**B**". Wie zuvor beschrieben, wurde die Aufwärtsbewegung des Hub- bzw. Preßtisches **25** gleichzeitig mit der Aufwärtsbewegung des Hubtisches **21**  
 25 gestartet. Der Hub- bzw. Preßtisch **25** fährt dabei unter die in Station "**C**" eingefahrene Modellplatte **1b** und hebt diese mit Formkasten und Füllrahmen um das Maß **23c** (ca.10mm) an und drückt den Füllrahmen mit einer für das Verdichten erforderlichen Vorspannkraft gegen den Rahmen **10a** der Verdichtungseinheit **10/11**, wonach der Verdichtungs Vorgang ausgelöst wird. Der Formkasten befindet sich dabei im Abstand **66** (ca.15mm) zu seiner Rollenbahn **12** und die Modellplatte **1b** im Abstand **23d** (ca.10mm) zu ihrer Rollenbahn **27**. Sobald diese Position erreicht ist, wird die Rollenbahn **27**  
 30 horizontal zurückgeschwenkt und die auf den Exzenterbolzen **65a** (Fig.3) gelagerten Laufrollen **65** (Fig.1 u.3) werden unter die Formkastenlaufleiste geschwenkt. Nach dem Verdichtungs Vorgang wird die Vorspannkraft ruckfrei abgebaut und sofort danach kann der Trennvorgang von Modell und Form beginnen, in dem der Hubtisch **25** mit der Modellplatte **1b** zunächst über einen modellabhängigen Weg im Feingang und danach im Schnellgang absenkt und dabei die Modellplatte **1b** auf ihre untere Rollenbahn **26** absetzt. Sobald das Modell vollständig aus der Form herausgesenkt ist,  
 35 werden die vier Laufrollen **65** (Fig.1 u.3) während der restlichen Abwärtsbewegung der Modellplatte **1b** synchron zueinander auf das Laufrollenniveau der Formkastenrollenbahn **12** abgesenkt, wodurch der Formkasten **4b** um das Maß **66** (ca.15mm) abgesenkt und auf seine Rollenbahn **12** aufgesetzt wird. Im weiteren wird während der Abwärtsbewegung der Modellplatte **1b** die Rollenbahn **27** wieder in Aufnahmebereitschaft eingeschwenkt und die Formkastenzentrierung **30** geöffnet und zwar sobald die Modellplatte **1b** aus dem Bereich der Rollenbahn **27** herausgesenkt ist. Der Arbeits-  
 40 zyklus der Verdichtungsstation "**C**" ist mit dem Absetzen der Modellplatte **1b** auf ihre untere Rollenbahn **26** beendet. Da die Sandeinfüllstation "**B**" und die Verdichtungsstation "**C**" zeitparallel arbeiten und ihren Arbeitszyklus gleichzeitig beenden, kann mit dem Formkastentransport **13** ein neuer Arbeitszyklus beginnen.

**[0036]** Die Fig.4 zeigt einen Querschnitt durch die Stationen "**A**" und "**D**" gemäß der Schnittlinien A-A und D-D in Fig.1. Die beiden Stationen sind in der Querschnittsdarstellung identisch, wobei jedoch die Verdichtungseinheit **10** und die Rollenbahnen **26** und **86** nach der Schnittlinie A-A nicht sichtbar wären. Die Querschnittsdarstellung der Fig.4 zeigt  
 45 drei Achsen, wobei die Formmaschinenachse mit "**X**", Füllrahmenrücklaufrollenbahn mit "**Y**" und die Modellplattenlaufbahn mit "**Z**" bezeichnet sind. Diese Achsenbezeichnungen befinden sich auch in den Figuren 5, 6, und 7. In Zuordnung zur Schnittlinie A-A bzw. zur Station "**A**" wird der Füllrahmen **5** von der Achse "**Y**" zur Achse "**X**" transportiert und dort auf den Formkasten **4** abgelegt. Die Modellplatte **1** wird von der Achse "**Z**" zur Achse "**X**" in die Formmaschine hinein transportiert. In Zuordnung zur Schnittlinie D-D bzw. zur Station "**D**" wird der Füllrahmen **5** in der Achse "**X**" vom Formkasten **4** abgenommen und von dort zur Achse "**Y**" transportiert. Die Modellplatte **2** wird von der Achse "**X**" zur Achse "**Z**" aus der Formmaschine heraus transportiert. Unterhalb der Achse "**Y**" (d.h. hinter der Formmaschine) befindet sich die Palettentransportbahn **68** (Fig.4 u.7) der Formanlage, womit die leeren Palettenwagen von der Formkastentrennstation **69** (Fig.7) zur Formkastenzulegungstation **70** (Fig.7) transportiert werden. Diese Darstellung  
 50 verdeutlicht, daß die Füllrahmenrücklaufbahn der Achse "**Y**" einen ohnehin vorhandenen Totraum oberhalb der der Palettenbahn **68** einnimmt und somit hierfür kein zusätzlicher Platz- bzw. Raumbedarf entsteht.

**[0037]** Der Quertransport des Füllrahmens **5** von der Achse "**X**" zur Achse "**Y**" bzw. umgekehrt erfolgt mit dem Quertransportwagen **72A/D**, der zur Aufnahme des Füllrahmens die zylinderbetätigten Greifer **73A/D** aufweist. Die

Füllrahmenübergabe vom Quertransportwagen **72A/D** zur Füllrahmenrücklaufrollenbahn **71** bzw. umgekehrt erfolgt durch den Hubtisch **74A/D**.

**[0038]** Zum Abheben des Füllrahmens von der Füllrahmenrücklaufrollenbahn **71** in der Station "**A**" steht der Quertransportwagen **72A** mit geöffneten Greifern **73A** in der Achse "**Y**". Der Hubtisch **74A** hebt den Füllrahmen **5** an, die Greifer **73A** schließen und übernehmen den Füllrahmen. Der Hubtisch **74A** senkt wieder ab und der Quertransportwagen **72A** fährt mit dem Füllrahmen zur Achse "**X**". Das Ablegen des Füllrahmens **5** auf die Füllrahmenrücklaufrollenbahn **71** in der Station "**D**" verläuft umgekehrt. Der Quertransportwagen **72D** steht dabei mit geschlossenen Greifern **73D** und mit dem Füllrahmen **5** in der Achse "**Y**". Der Hubtisch **74D** fährt unter den den Füllrahmen, die Greifer **73D** öffnen, der Hubtisch **74D** senkt wieder ab und legt den Füllrahmen auf die Füllrahmenrücklaufrollenbahn **71** ab. Danach fährt der Quertransportwagen **72D** mit geöffneten Greifern zur Achse "**X**".

**[0039]** Zum Abheben des Füllrahmens **5** vom Formkasten **4** in der Station "**D**" steht der Quertransportwagen **72D** mit geöffneten Greifern **73D** in der Achse "**X**". Der Füllrahmen befindet sich mit dem Formkasten in der Station "**D**" und der Formkasten ist durch die Zentrierung **30** zentriert und arretiert. Die zu beiden Seiten der Formkastenrollenbahn **12** angeordneten Hubvorrichtungen **29** (Fig.1 u.4) werden synchron angehoben, wobei die an den Traversen **29b** (Fig.1 u.4) angebrachten Aufnahmeplatten **29c** (Fig.1 u.4) den Füllrahmen vom Formkasten abheben. Nach Erreichen der oberen Stellung schließen die Greifer **73D** und übernehmen den Füllrahmen, die beiden Hubvorrichtungen **29** senken wieder ab und danach fährt der Quertransportwagen **72D** mit dem Füllrahmen zur Achse "**Y**". Das Ablegen des Füllrahmens auf den Formkasten in der Station "**A**" verläuft umgekehrt. Der Quertransportwagen **72A** steht mit geschlossenen Greifern **73A** und mit dem Füllrahmen in der Achse "**X**" über einen füllrahmenfreien Formkasten, der über die Zentriervorrichtung **30** zentriert und arretiert ist. Die zu beiden Seiten der Formkastenrollenbahn **12** angeordneten Hubvorrichtungen **17** (Fig.1 u.4) werden angehoben, wobei die an den Traversen **17b** angebrachten Aufnahmeplatten **17c** (Fig.1 u.4) den Füllrahmen aufnehmen. Danach öffnen die Greifer **73A** und die beiden Hubvorrichtungen **17** senken synchron ab und legen den Füllrahmen auf den Formkasten ab, wonach der Quertransportwagen **72A** mit geöffneten Greifern **73A** zur Achse "**Y**" fährt.

**[0040]** Die Füllrahmen **5** werden auf den Formkästen **4** gegen verrutschen gesichert. Dies erfolgt beispielsweise über die am Füllrahmen angebrachten Arretierstifte **76** (Fig.1 u.4) oder über Arretierleisten, die an den vier Außenecken des Füllrahmens angebracht werden (*nicht dargestellt*). Beim Wechsel von der Sandfüllstation "**B**" zur Verdichtungsstation "**C**" wird die Füllrahmenoberfläche von der Abstreifvorrichtung **77** (Fig.1) gereinigt, um eine saubere und dichtende Anlagefläche zum Rahmen **10a** der Verdichtungseinheit **10/11** sicherzustellen. Die Abstreifvorrichtung **77** liegt mit Schwerkraft auf der Einstellschraube **77a** (Fig.1) auf. Beim Transport gleitet der Abstreifer **77b** (Fig.1) über die an den Füllrahmenquerseiten angebrachten Aufgleitschragen **77c** (Fig.1) auf den Füllrahmen auf und wieder ab, so daß die Abstreifvorrichtung während des Transportes mit Schwerkraft auf dem Füllrahmen aufliegt.

**[0041]** Das Abheben des Füllrahmens vom Formkasten und das Ablegen des Füllrahmens auf den Formkasten sowie der gesamte Füllrahmenumlauf erfolgt unabhängig vom bereits beschriebenen Funktionsablauf der Sandfüllstation "**B**" und der Verdichtungsstation "**C**". Beginnend mit der in Fig.1 und Fig.5 dargestellten Ausgangsstellung, wird nachfolgend der Füllrahmenumlauf beschrieben, wobei fünf Füllrahmen erforderlich sind, um die einzelnen Arbeitsschritte ohne Zeitzwang innerhalb der Formmaschinenaktzeit durchführen zu können.

**[0042]** Mit dem Formkastentransport **13** gelangt der Formkasten **4c** mit Füllrahmen **5c** in die Station "**D**" und der Formkasten **4a** mit Füllrahmen **5a** in die Station "**B**". Im weiteren gelangt ein neuer Formkasten ohne Füllrahmen in die Station "**A**".

**[0043]** Zeitgleich mit dem Formkastentransport **13** fährt der Quertransportwagen **72A** der Achse "**A**" mit geöffneten Greifern **73A** von "**X**" nach "**Y**" und der Füllrahmen **5e** (Fig.5) fährt auf der Füllrahmenrücklaufbahn **71** von "**YB**" nach "**YA**". Wenn der Quertransportwagen **72A** und der Füllrahmen **5e** in "**YA**" angekommen sind, hebt der Hubtisch **74A** (Fig.5) den Füllrahmen **5e** an, dann schließen die Greifer **73A** und übernehmen den Füllrahmen **5e**, der Hubtisch **74A** senkt wieder ab und danach fährt der Quertransportwagen **72A** mit dem Füllrahmen **5e** zur Achse "**X**". Dort hebt die Hubvorrichtung **17** an und übernimmt den Füllrahmen, die Greifer **73A** öffnen, die Hubvorrichtung **17** senkt ab und legt den Füllrahmen auf den arretierten bzw. zentrierten Formkasten. Der Arbeitszyklus des Transportwagens **72A** der Achse "**A**" ist damit beendet.

**[0044]** Nachdem zuvor der Füllrahmen **5e** auf der Rücklaufrollenbahn **71** die Position "**YA**" erreicht hatte, wurde der Füllrahmen **5d** auf der Rücklaufrollenbahn **71** von Position "**YD**" nach Position "**YB**" gefahren.

**[0045]** Ebenfalls zeitgleich mit dem Formkastentransport **13** fährt der Quertransportwagen **72D** der Achse "**D**" mit geöffneten Greifern **73D** von "**Y**" nach "**X**". Nachdem der Formkastentransport **13** beendet ist, der Formkasten mit aufliegender Füllrahmen in der Station "**D**" zentriert ist und der Quertransportwagen **72D** in "**XD**" angekommen ist, hebt die Hubvorrichtung **29** den Füllrahmen vom Formkasten ab, danach schließen die Greifer **73D** und übernehmen den Füllrahmen, die Hubvorrichtung **29** senkt wieder ab und danach fährt der Transportwagen **72D** mit dem Füllrahmen zur Achse "**Y**". Dort hebt der Hubtisch **74D** an und übernimmt den Füllrahmen, die Greifer **73D** öffnen, der Hubtisch **74D** senkt ab und legt den Füllrahmen auf die Füllrahmenrücklaufbahn **71**. Der Arbeitszyklus des Transportwagens **72D** der Achse "**D**" ist damit beendet.

[0046] Die Fig.8 zeigt einen Längsschnitt durch die Formmaschine mit einer weiteren Ausführungsvariante für den Quertransport der Füllrahmen. Eine andere Gestaltung des Koprahmens 6a, der nur noch von den zwei mittleren Säulenpaaren 8 und 9 getragen wird, ermöglicht die Anordnung der beiden Quertransportwagen 78A/D mit den integrierten Hubvorrichtungen 83A/D. Die Hubvorrichtung besteht dabei aus dem Hubzylinder 81A/D, den Führungseinheiten 82A/D und dem Hubrahmen 83A/D, in dem die gleichen Greifer 73A/D wie bei der ersten Ausführungsvariante angeordnet sind. Der Quertransportwagen 78A/D läuft mit vier Prismenrollen 79A/D oder mit entsprechenden Trag- und Führungsrollen an der Führungs- bzw. Tragschiene 80A/D. Der Funktionsablauf ist im Prinzip der Gleiche wie bei der ersten Ausführungsvariante. Bei der zweiten Ausführungsvariante werden die verschiedenen vertikalen Hubbewegungen, die im gleichen Sinne wie bei der ersten Ausführungsvariante ablaufen, lediglich von einer einzelnen, mitfahrenden Hubvorrichtung übernommen. Die Verdichtungseinheit 10 bzw. 11 sowie der Sandführungstrichter 22 bleiben wie bei der ersten Ausführungsvariante unverändert im Koprahmen 6a integriert. Der in Fig.1 zur ersten Variante dargestellte Windkessel 90 kann für die zweite Variante sinnvollerweise im vorhandenen Freiraum über der Füllrahmenrücklaufbahn 71 hinter der Formmaschine angeordnet werden.

[0047] Die Figuren 4 und 6 zeigen die Modellplattenwechseleinrichtung und den Modellplattenumlauf um die Formmaschine, womit verschiedene Betriebsvarianten gefahren werden können. Die Modellplattenwechseleinrichtung und der Modellplattenumlauf besteht aus den angetriebenen Rollenbahnen 26, 85A, 85D, und 86 sowie aus den Hubtischen 28A, 28D, 84A und 84D, die ebenfalls angetriebene Rollen aufweisen. Diese erfindungsgemäße Ausführungsform ermöglicht für alle Betriebsvarianten einen Modellplattenwechsel bzw. einen Modellplattenumlauf innerhalb der Formmaschinentaktzeit. Beim Stand der Technik erfolgt der Modellplattentransport von der Formmaschine zur Außenbahn bzw. umgekehrt über verfahrbare Rollenbahnsegmente. Dies hat den Nachteil, daß das Rollenbahnsegment nach dem Verfahren der Modellplatte erst zeitaufwendig entladen und danach wieder leer zurückfahren muß, bevor es erneut eine Modellplatte aufnehmen kann, was schließlich eine entsprechend lange Taktzeit für den Modellplattenumlauf erfordert und somit zu einer Verlängerung der Formmaschinentaktzeit führt.

[0048] Als eine der Betriebsvarianten kann die Formmaschine mit einem Modellplattenpaar (z.B. Oberkastenmodell 1a und Unterkastenmodell 1b) betrieben werden, wobei auf den Plätzen "A" und "H" und möglicherweise auch noch auf den Plätzen "G" und "F" weitere Modellplattenpaare (z.B. 2a/2b und 3a/3b) geparkt werden und zum Einwechseln bereit stehen. Nach Ablauf einer voreingestellten Losgröße wird ein einmaliger Modellplattenwechsel durchgeführt, wobei innerhalb von zwei Formtakten beispielsweise das Modellplattenpaar 1a/1b gegen das Modellplattenpaar 2a/2b ausgewechselt wird und das eingewechselte Modellplattenpaar 2a/2b dann wieder für eine vorgewählte Losgröße in der Formmaschine abgeformt wird. Zwischenzeitlich kann das ausgewechselte Modellplattenpaar auf den Plätzen "F" und "G" für den nächsten Einsatz umgerüstet werden oder auch auf die anschließende Parkbahn 87 (Fig.7) ausgeschleust und gegen ein anderes Paar ersetzt werden. Der Modellplattenwechsel wird dadurch vollzogen, daß bei angehobenen Hubtischen 28A und 28D (Fig.1) zeitgleich mit dem Formkastentransport 13 die Oberkasten-Modellplatte 1a von der Station "C" zur Station "D" und die Oberkasten-Modellplatte 2a von der Station "A" zur Station "B" bewegt werden. Danach senken die Hubtische 28A und 28D ab und nachfolgend läuft die Oberkasten-Modellplatte 1a auf der Rollenbahn 85D (Fig.4 u.6) zur Achse "Z" über den noch abgesenkten Hubtisch 84D, während gleichzeitig die Unterkasten-Modellplatte 2b auf der Rollenbahn 85A (Fig.4 u.6) zur Achse "X" über den noch abgesenkten Hubtisch 28A fährt. Danach heben die Hubtische 28A und 28D (Fig.1) an, wonach die Unterkasten-Modellplatte 2b auf dem Hubtisch 28A zum Einwechseln in die Formmaschine bereit steht und der angehobene leere Hubtisch 28D zur Aufnahme der Unterkasten-Modellplatte 1b bereit ist. Mit dem Anheben der Hubtische 28A und 28D in ihre obere Hubposition, haben auch die Stationen "B" und "C" ihren Arbeitszyklus beendet, so daß zeitgleich mit dem Formkastentransport 13 in gleicher Weise wie zuvor beschrieben nun auch die Unterkasten-Modellplatte 1b von der Station "C" zur Station "D" und die Unterkasten-Modellplatte 2b von der Station "A" zur Station "B" bewegt werden und wonach die Hubtische 28A und 28D wieder absenken. Zeitgleich mit dem Anheben der Hubtische 28A und 28D wurden auch die Hubtische 84A und 84D angehoben, so daß ebenfalls zeitgleich mit dem Formkastentransport 13 und dem Modellplattenwechsel in der Formmaschine, der Modellplattenpransport von "E" nach "F" und von "G" nach "H" auf der Rollenbahn 86 der Achse "Z" ablaufen konnte und wonach die beiden Hubtische 84A und 84D dann auch wiederum zeitgleich mit den Hubtischen 28A und 28D wieder absenken. Danach ist dann ein vollständiger Modellplattenwechsel mit Ober- und Unterkastenmodell durchgeführt.

[0049] Eine weitere Betriebsvariante besteht darin, daß innerhalb der Formmaschinentaktzeit mit ständigem Modellplattenwechsel gefahren wird, wozu zwei oder drei Modellplattenpaare erforderlich sind. Die Modellplatten sind dabei im ständigen Umlauf, wobei jedes Modell nur einmal abgeformt wird. Diese Betriebsart ist besonders dann von Vorteil, wenn die Modelle vor jedem Formvorgang behandelt werden müssen, beispielsweise durch Anlegen von Kühleisen und/oder durch Setzen von exothermen Speisern. Hierfür sind die Modellplatten zwischen Plätzen "E" und "H" der Achse "Z" durch das Bedienungspersonal 88 frei zugänglich. Beim Umlauf mit drei Modellplattenpaaren ist die Verweilzeit zur manuellen Behandlung einer Modellplatte in der Achse "Z" bei gegebener Taktzeit am längsten. Beim Umlauf mit zwei Modellplattenpaaren kann eine verlängerte Verweilzeit dadurch erreicht werden, in dem ein Modellplattenpaar ohne Behandlungsbedarf mindestens zweimal hintereinander abgeformt wird, während das andere Modellplat-

tenpaar zwischenzeitlich auf den Plätzen "G" und "F" der Achse "Z" behandelt wird und danach zu einem einmaligen Formvorgang in die Formmaschine einwechselt und wonach sich dieser 2:1-Zyklus oder auch 3:1-Zyklus entsprechend der Losgröße wiederholt.

**[0050]** Da bei einer Betriebsart mit ständigem Modellplattenumlauf zwischen den Plätzen "E" und "H" keine Modellplatten geparkt werden können, ist in Verlängerung der Achse "Z" eine Parkbahn 87 angeordnet, auf der die Modellplatten geparkt und zugerichtet werden können. Im Bereich der Plätze "G" und "F" ist die Rollenbahn 86 der Achse "Z" über die Gitterroste 89 unter Anwendung einer entsprechenden Sicherheitseinrichtung begehbar, wodurch eine Zugangsmöglichkeit zur Vorderseite der Formmaschine geschaffen wird.

**[0051]** Die modellspezifischen Parameter wie beispielsweise Formsandmenge, Formsandeinfüllgeschwindigkeit, Verdichtungsart, Verdichtungsdruck, Verdichtungszeit, Gießtrichterposition, Eingußgewicht usw. werden für jedes einzelne Modell in einem Datensatz hinterlegt, erforderlichenfalls auch mit Oberkasten/Unterkasten-Kennung. Der Datensatz wird der Identnummer des Modells zugeordnet, die in kodierter Form an der Modelleinheit angebracht wird. Beim Einlauf in die Formmaschine wird die kodierte Identnummer ausgelesen, womit ein sofortiger Zugriff auf den Datensatz besteht, so daß die neuen Parameter sofort verfügbar sind und sich die Formmaschine verzögerungsfrei darauf einstellen kann. Zur Weitergabe der Parameter an externe Geräte wie beispielsweise Gießtrichterposition, Eingußgewicht, Impfmittel und ähnliches, wird die Identnummer in ein Schieberegister geladen und an den externen Geräten zur Bereitstellung des Datensatzes und der darin enthaltenen Parameter wieder ausgegeben.

**[0052]** Eine weitere Ausführungsvariante des Modellplattenumlaufs ist in Fig.8 und in Fig.4 dargestellt. Fig.8-Achse "A" zeigt die Hubvorrichtung 93A, womit die Modellplatte auf das Niveau der Modellplattenrollenbahn 26 sowie auch auf das Niveau der Modellplattenrollenbahn 19 angehoben werden kann. Das Anheben der Modellplatte auf das Niveau der Rollenbahn 26 entspricht der bisher beschriebenen Ausführungsvariante. Das Anheben der Modellplatte bzw. des Hubtisches 93A auf das Niveau der Rollenbahn 19 stellt eine neue Ausführungsvariante dar, bei der die Modellplatte bereits in der Station "A" unter den Formkasten gehoben wird. Der Formkasten wird dabei wie bisher ebenfalls um das Maß 20 (ca.5mm) von seiner Rollenbahn 12 abgehoben, was auf Grund der bereits beschriebenen vertikalen Bewegungsfreiheit der Formkastenzentrierung 30/31 (Fig.4) möglich ist. Beim Formkasten- bzw. Modellplattentransport 13 wird die Modellplatte dann mit aufliegendem Formkasten und Füllrahmen auf der Rollenbahn des Hubtisches 93A und auf der Rollenbahn 19 von der Station "A" zur Station "B" transportiert. Der Hubtisch senkt nach ca. 3/4 des Formkastentransportes 13 wieder in seine unterste Position, damit er rechtzeitig die nächste Modellplatte von der Rollenbahn 85A übernehmen kann. Die ausschwenkbare Modellplattenrollenbahn 19 bleibt bei dieser Betriebsart immer eingeschwenkt. Bei dieser Ausführungsvariante wird mit ständigem Modellplattenwechsel und Modellplattenumlauf über die Achse "Z" gefahren, wofür mindestens zwei Modellplattenpaare erforderlich sind. Der Vorteil dieser Ausführungsvariante liegt darin, daß bereits eine fertige Formeinheit (Modellplatte, Formkasten und Füllrahmen) in die Sandfüllstation "B" einfährt und dadurch eine längere Zeit für das Sandeinfüllen in den Formkasten zur Verfügung steht, was für besonders kritische Modelle von Bedeutung ist. Das Sandeinfüllen kann schon am Ende des Formkastentransportes 13 beginnen und bis zum Beginn des nächsten Formkastentransportes dauern. Das Unterschiedsmerkmal zur ersten Ausführungsvariante besteht nur darin, daß der Hubtisch 93A gegenüber dem Hubtisch 28A einen um das Maß 95 (Fig.4) längeren Hub aufweist, wovon schließlich nur die Führungseinheiten und der Hubzylinder betroffen sind. Als Hubzylinder wird ein Tandemzylinder 100 mit den beiden Hubabschnitten 94 und 95 (Fig.4) verwendet, wobei der untere Apendixkolben 101 mit dem Hubmaß 94 mechanisch die maßgenaue Höhenposition für das Rollenbahnniveau 26 sicherstellt. Der obere Hauptkolben des Tandemzylinders 100 hat eine geringe Hubreserve, so daß der Hubtisch 93A in seiner oberen Position gegen die an den vier Außenpunkten angebrachten Anschlagbolzen 96 (Fig.4 u.8) gedrückt wird. Dadurch wird einerseits mechanisch die maßgenaue Höhenposition für das Rollenbahnniveau 19 sichergestellt und andererseits wird der langhubig angehobene Hubtisch 93A beim Formkasten- bzw. Modellplattentransport 13 stabilisiert. Bei dem wesentlich kürzeren Hub 94 zum Rollenbahnniveau 26 ist diese Stabilisierung nicht erforderlich. Die angetriebenen Laufrollen des Hubtisches 93A werden während des Formkasten- bzw. Modellplattentransportes 13 von ihrem Antrieb abgekoppelt bzw. freigeschaltet, so daß sie von der Modellplatte frei gedreht werden können. Bei Verwendung eines hydraulischen Motors erfolgt das Freischalten einfacherweise durch Verbinden bzw. Kurzschließen der beiden Motoranschlüsse über ein Ventil. Der Hubtisch 21, über den der Luftstrom für das Sandeinfüllen geleitet wird, senkt für den Formkasten-bzw. Modellplattentransport 13 nur soweit ab, daß die Modellplatte mit einem geringfügigem Spiel von ca. 10mm über ihn bewegt werden kann. Danach hebt der Hubtisch 21 wieder unter die Modellplatte, um den Luftstrom zu übertragen.

**[0053]** Da die Doppelfunktion des Hubtisches 93A den Modellplattentransport von der Station "A" zur Station "B" auf dem Rollenbahnniveau 26 sowie auch auf dem Rollenbahnniveau 19 ermöglicht, kann der entsprechende Funktionsablauf durch einfache Umschaltung der Steuerprogramme erfolgen. Diese Umschaltung kann sowohl manuell durch Knopfdruck oder automatisch über ein bereits beschriebenes Datensatzsignal in Verbindung mit der Modell-Identnummer erfolgen. Grundsätzlich können diese Betriebsarten auch modellabhängig im Mischbetrieb bei beliebiger Losgrößenkombination gefahren werden.

**[0054]** Die zuvor beschriebene Ausführungsvariante zur Station "A" kann selbstverständlich auch in der Station

"D" angewendet werden. Hierzu bedarf es ebenfalls eines Hubtisches **93D** (Fig.8, Fig.4) mit der zuvor beschriebenen Doppelfunktion. Dies kann sinnvoll sein, wenn ein zeitgedehntes Verdichtungsverfahren angewendet wird. Die ausschwenkbare Modellplattenrollenbahn **27** bleibt bei dieser Betriebsart immer eingeschwenkt und der Hub- bzw. Preßtisch **25** senkt nach dem Verdichten nur soweit ab, daß die Modellplatte mit einem geringfügigem Spiel von ca.10mm über ihn bewegt werden kann. Die Modellplatte mit der aufliegenden verdichteten Form wird auf der Modellplattenrollenbahn **27** und auf der Rollenbahn des Hubtisches **93D** von der Station "C" zur Station "D" transportiert, wo dann das Entformen durchgeführt wird. An den Entformvorgang angrenzende und ihn beeinflussende Bewegungen werden erst durchgeführt, wenn das Modell von der Form frei ist. Ebenso wird die Formkastenarretierung **30** in der Station "D" erst eingefahren, wenn das Modell von der Form frei ist, während alle anderen Formkastenarretierungen **30** (Fig.7b) vor dem Entformvorgang eingefahren werden. Für den Verdichtungsvorgang einschließlich der geringfügigen Auf- und Abbewegung des Hub bzw. Preßtisches **25** steht bei dieser Betriebsvariante ebenfalls wie beim Sandeinfüllen in der Station "B", die Zeit zwischen den Formkastentransporten **13** zur Verfügung. An den Formkastentransport **13** werden jedoch bei dieser Betriebsart erhöhte Anforderungen in Bezug auf einen ruckfreien und sanften und doch schnellen Bewegungsablauf gestellt, um negative Auswirkungen auf die Form zu vermeiden, die beim Transport noch auf dem Modell haftet. Der variable Funktionsablauf mit dem Hubtisch **93D** kann auch hier wie bereits zuvor beschrieben durch das Umschalten der Steuerprogramme erfolgen. Ebenso können auch hierbei die Betriebsvarianten modellabhängig und in beliebiger Losgrößenkombination im Mischbetrieb gefahren werden.

**[0055]** Die Figuren **7a,7b** und **7c** zeigen ein Beispiel, wie die erfindungsgemäße Formmaschine in einer Formanlage integriert werden kann. Die **Fig.7a** zeigt die Grundstellung der Formanlage und der Formmaschine vor Beginn des Formkastentransportes in der Achse "X" mit einem Oberkasten in der Verdichtungsstation "C". Die **Fig.7b** zeigt die Stellung der Formanlage nach der ersten Hälfte des Formkastentransportes in der Achse "X" mit einem Unterkasten in der Verdichtungsstation "C". Die **Fig.7c** zeigt die Stellung der Formanlage nach der zweiten Hälfte des Formkastentransportes in der Achse "X" mit einem Oberkasten in der Verdichtungsstation "C". Die nächste Darstellung wäre wieder die Grundstellung gemäß **Fig.7a**.

**[0056]** Ausgehend von der schnellen Taktfolge der erfindungsgemäßen Formmaschine und der daraus resultierenden schnellen Taktfolge der Formkastentransporte **13** (Fig.1 u.7), sind weitere Maßnahmen erforderlich, um diese schnelle Taktfolge der Formkastentransporte **13** auch im Bereich der Formanlage zu ermöglichen. Hierzu werden zunächst die bekannten Doppel-Übersetzgeräte **69** und **70** eingesetzt, wobei das Gerät **69** ein Formkasten-Trenn-Übersetzgerät ist und das Gerät **70** ein Formkasten-Zulege-Übersetzgerät. Die Doppelfunktion besteht darin, daß innerhalb von zwei Teilungen gleichzeitig ein Oberkasten und ein Unterkasten von bzw. zur Palettenbahn **68** übergesetzt wird, wobei beim Gerät **69** der Oberkasten vom Unterkasten (*Trennen*) und der Unterkasten von der Palette abgenommen wird, während beim Gerät **70** der Oberkasten auf den Unterkasten (*Zulegen*) und der Unterkasten auf die Palette abgelegt wird. Für die Geräte **69** und **70** sowie für die Palettenbahn **68** steht somit die doppelte Formmaschinentaktzeit zur Verfügung. Im Bereich des Trenn-Übersetzgerätes **69** ist der Transportzylinder **91** angeordnet und im Bereich des Zulege-Übersetzgerätes **70** ist die Doppelbremseinheit **92** für den Formkastentransport **13** (Fig.1 u.7) angeordnet. Die Geräte **69** und **70** sind so ausgelegt, daß sie unabhängig vom Formkastentransport **13** arbeiten können. Das Trenn-Übersetzgerät arbeitet dabei soweit, daß es mit einem Oberkasten und einem Unterkasten über den Transportzylinder **91** fährt, so daß die beiden Formkästen in der Formlinie "X" abgelegt werden können, sobald der Transportzylinder **91** nach einem durchgeführten Formkastentransport **13** wieder zurückgefahren ist. Umgekehrt arbeitet das Zulegeübersetzgerät **70** soweit, daß es leer über die Doppelbremseinheit **92** fährt, sodaß es die beiden Formkästen (*Oberkasten u. Unterkasten*) aufnehmen kann, sobald die Doppelbremseinheit **92** beim Formkastentransport **13** in seine Endlage zurückgeschoben wurde.

**[0057]** Die erfindungsgemäße Besonderheit des Formkastentransportes **13** besteht darin, daß die Doppelbremseinheit **92** aus den zwei Bremszylindern **92a** und **92b** besteht, die an ihren Kolbenstangen über das Verbindungsstück **92c** miteinander verbunden sind. Jeder der beiden Bremszylinder hat dabei den Hub einer Formkastenteilung. Der Transportzylinder **91** hat dagegen einen Hub von zwei Formkastenteilungen. Der Formkastentransport durch die gesamte Formlinie erfolgt dabei in zwei Abschnitten. Ausgehend von der **Fig.7a** liegen die Formkästen vor dem zurückgefahrenen Transportzylinder **91** und die Doppelbremseinheit **92** ist ausgefahren. Nach dem Formmaschinentakt und dem Öffnen der Zentrierungen **30** (Fig.1,4 u.7) verschiebt der Transportzylinder **91** die Formkästen um eine Teilung, wobei der Bremszylinder **92a** eingeschoben wird und durch seine mechanische Hubbegrenzung die genaue Formkastenteilung des ersten Transportabschnittes fixiert. Diese Stellung entspricht der **Fig.7b**. Die Formkastenzentrierungen **30** fahren wieder ein und zentrieren die Formkästen. Der Transportzylinder **91** wurde dabei in Kombination mit dem Bremszylinder **92a** stoßfrei abgebremst und wieder wenige Millimeter zurückgezogen, um ein ungehindertes Zentrieren der Formkästen zu ermöglichen. Nach dem Zentrieren wird der Transportzylinder **91** wieder mit einer sehr geringen Kraft gegen den Formkasten gefahren, damit er bei der nächsten Transporthälfte kein Tothub durchfahren muß. Die Anlegekraft ist dabei so gering, daß die Formkastenzentrierung **30** nicht beeinträchtigt wird. Wiederum nach einem Formmaschinentakt und nach dem Öffnen der Formkastenzentrierung **30** verschiebt der Transportzylinder **91** die Formkästen um die nächste Teilung, wobei der andere Bremszylinder **92b** eingeschoben wird, der auch wieder

durch seine mechanische Hubbegrenzung die genaue Formkastenteilung des zweiten Transportabschnittes fixiert. Der Transportzylinder **91** wurde auch dabei in Kombination mit dem Bremszylinder **92b** stoßfrei abgebremst. Diese Stellung entspricht dann der **Fig.7c**. Die Formkastenzentrierungen **30** fahren wieder ein und zentrieren die Formkästen. Der Transportzylinder **91** fährt zurück und danach werden zwei neue Formkästen von dem Trenn-Übersetzgerät **69** in der Formlinie "**X**" abgelegt. Gleichzeitig werden die Formkästen vom Zulege-Übersetzgerät **70** aus der Formlinie "**X**" herausgehoben, wonach die Doppel-Bremseinheit **92** wieder ausfährt. Die Formanlage befindet sich wieder in Grundstellung und der nächste Doppelzyklus kann beginnen.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

## Bezugszeichenliste

	Nr	Bezeichnung	kommt vor in Fig.							
			1	2	3	4	5	6	7	8
5	1a	Oberkasten-Modellplatte 1	-	-	-	-	-	x	-	x
	1b	Unterkasten-Modellplatte 1	-	-	-	-	-	x	-	x
10	2a	Oberkasten-Modellplatte 2	-	-	-	-	-	x	-	x
	2b	Unterkasten-Modellplatte 2	-	-	-	-	-	x	-	-
	3a	Oberkasten-Modellplatte 3	-	-	-	-	-	x	-	-
	3b	Unterkasten-Modellplatte 3	-	-	-	-	-	x	-	-
15	4	Formkasten	-	-	-	-	-	x	-	-
	4a	Formkasten in Station A	-	-	-	-	-	x	-	x
	4b	Formkasten in Station B	-	-	-	-	-	x	-	x
	4c	Formkasten in Station C	-	-	-	-	-	x	-	x
	4d	Formkasten in Station D	-	-	-	-	-	x	-	x
20	5	Füllrahmen	-	-	-	-	-	x	-	-
	5a	Füllrahmen in Station A	-	-	-	-	-	x	-	x
	5b	Füllrahmen in Station B	-	-	-	-	-	x	-	x
	5c	Füllrahmen in Station C	-	-	-	-	-	x	-	x
	5d	Füllrahmen in Station D	-	-	-	-	-	x	-	x
25	5e	Füllrahmen in Station YB	-	-	-	-	-	x	-	-
	6	Kopfrahm (Variante 1)	-	-	-	-	-	x	-	-
	6a	Kopfrahm (Variante 2)	-	-	-	-	-	x	-	x
	7	Grundrahm	-	-	-	-	-	x	-	x
	8	Maschinensäulen Station C	-	-	-	-	-	x	-	x
30	9	Maschinensäulen allgemein	-	-	-	-	-	x	-	x
	10	Verdichtungseinheit (Luftpuls)	-	-	-	-	-	x	-	x
	10a	Anpreßrahm Verdichtungseinheit	-	-	-	-	-	x	-	x
	11	Verdichtungseinheit (Pressen)	-	-	-	-	-	x	-	-
	12	Formkastenrollenbahn	-	-	-	-	-	x	-	x
	13	Formkastentransport/Richtungspeil	-	-	-	-	-	x	-	x
35	14	Formkasten-Stoßbolzen	-	-	-	-	-	x	-	x
	15	Formkasten-Reinigungsvorrichtung	-	-	-	-	-	x	-	x
	16	Formkasten-Wendevorrichtung	-	-	-	-	-	x	-	x
	17	Füllrahmen-Hubvorrichtung in Station A	-	-	-	-	-	x	-	-
	17a	Zylinder für Füllrahmen-Hubvorrichtung A	-	-	-	-	-	x	-	-
40	17b	Traverse für Füllrahmen-Hubvorrichtung A	-	-	-	-	-	x	-	-
	17c	Aufnahmeplatten für Füllrahmen-Hubvorrichtung	-	-	-	-	-	x	-	-
	18	lose Formstoffoberfläche	-	-	-	-	-	x	-	-
	19	obere Modellplatten-Rollenbahn Station B	-	-	-	-	-	x	-	x
	19a	Laufrolle zu 19	-	-	-	-	-	x	-	-
	19b	Laufrolle zu 19	-	-	-	-	-	x	-	x
45	20	Abstandsmaß Formkasten/Rollenbahn (ca.5mm)	-	-	-	-	-	x	-	-
	20a	Versatzmaß Formkasten (ca.5mm)	-	-	-	-	-	x	-	-
	21	Huhtisch in Station B	-	-	-	-	-	x	-	-
	22	Sandführungstrichter Station B	-	-	-	-	-	x	-	x
	23	Höhenniveau Unterkante Sandfülltr.22/Anpreßrahm.10a	-	-	-	-	-	x	-	x
50	23a	Abstandsmaß Oberkante Füllrahm./Niveau 23 (ca.15mm)	-	-	-	-	-	x	-	x
	23b	Abstandsmaß Sandfülltrichter/Füllrahmen (ca.10mm)	-	-	-	-	-	x	-	x



		:	1	2	3	4	5	6	7	8
		:								
5	23c	Abstandsmaß Anpreßrahmen 10a/Füllrahmen (ca.10mm)	-	-	-	x	-	-	-	-
	23d	Distanz Modellp./Rollenb.27 in Verdichtungsposition	-	-	-	x	-	-	-	-
	24	Formrücken der verdichteten Form	-	-	-	x	-	-	-	-
	25	Hubtisch bzw. Preßtisch in Station C	-	-	-	x	-	x	-	-
	26	untere Modellplatten-Rollenbahn	-	-	-	x	x	x	x	-
	27	obere Modellplatten-Rollenbahn Station C	-	-	-	x	-	x	-	-
10	28A	Hubtisch in Station A	-	-	-	-	-	-	-	-
	28D	Hubtisch in Station D	-	-	-	-	-	-	-	-
	29	Füllrahmen-Hubvorrichtung in Station D	-	-	-	x	-	-	x	-
	29a	Zylinder für Füllrahmen-Hubvorrichtung D	-	-	-	x	-	-	x	-
	29b	Traverse für Füllrahmen-Hubvorrichtung D	-	-	-	x	-	-	x	-
	29c	Aufnahmeplatte für Füllrahmen-Hubvorrichtung D	-	-	-	x	-	-	x	-
		:								
15	30	Formkasten-Zentrierung	-	-	-	-	-	x	-	-
	31	Zentrierbüchse im Formkasten	-	-	-	-	-	-	x	-
	32	Zwischenfüllhöhe Formsand im Formraum	-	-	-	-	-	x	-	-
	33	Abstandsmaß Formkasten/Rollenbahn (ca.8mm)	-	-	-	-	-	x	-	-
	34	Abstandsmaß Laufrolle/Modellplatte (ca.3mm)	-	-	-	-	-	x	-	-
20	35	hochgezogene Laufleiste an Modellplatte	-	-	-	-	-	x	x	-
	36	Freimaß zur Einsicht auf Modellplatte	-	-	-	-	-	x	x	-
	37	Überstand Sandführungstrichter/Füllrahmen	-	-	-	-	-	x	x	-
	38	Teflonauskleidung Sandführungstrichter 22	-	-	-	-	-	x	x	-
	38a	Teflonauskleidung Zwischentrichter 60	-	-	-	-	-	x	x	-
	39	dreistufiger Aeratorsatz	-	-	-	-	-	x	x	-
25		:								
	40	Lagerschild für Aeratoren	-	-	-	-	-	-	x	-
	41	Aeratorantrieb links	-	-	-	-	-	-	x	-
	42	Aeratorantrieb rechts	-	-	-	-	-	-	x	-
	43	Hebelsystem Sandführungstrichter 22	-	-	-	-	-	x	-	-
30	43a	Parallelhebelarm für Sandführungstrichter 22	-	-	-	-	-	x	x	-
	43b	Parallelhebelarm für Sandführungstrichter 22	-	-	-	-	-	x	x	-
	43c	Einzelhebelarm für Sandführungstrichter 22	-	-	-	-	-	x	-	-
	43d	Welle zum Hebelarmsystem für Sandführungstr.22	-	-	-	-	-	x	-	-
	44	Hubzylinder für Sandführungstrichter 22	-	-	-	-	-	x	-	-
	45	Lagersäule für Sandführungstrichter 22	-	-	-	-	-	x	-	-
35	46	Aufhängezapfen für Sandführungstrichter 22	-	-	-	-	-	x	x	-
	47	Führungsbolzen für Sandführungstrichter 22	-	-	-	-	-	x	x	-
	48	Anschläge für Sandführungstrichter 22	-	-	-	-	-	x	-	-
	49	Führungsstangen Hubtisch 21	-	-	-	-	-	x	x	-
		:								
40	50	Schlauchverbindung zum Hubtisch 21	-	-	-	-	-	-	x	-
	51	Unterdruckquelle	-	-	-	-	-	-	x	-
	52	Schlitzdüsen in der Modellplatte	-	-	-	-	-	-	x	x
	53	Modellplatten-Hohlraum	-	-	-	-	-	-	x	x
	54	Luftdurchgangsbohrung in Modellplatte	-	-	-	-	-	-	x	x
	55	Luftdurchgangsbohrung im Hubtisch 21	-	-	-	-	-	-	x	-
	55a	Luftdurchgangsbohrung im Preßtisch 25	-	-	-	-	-	-	x	-
45	56	Formkammer	-	-	-	-	-	-	x	x
	57	Siebabdeckung am Sandeinfülltrichter 22	-	-	-	-	-	-	x	-
	58	Transportband für Formsand	-	-	-	-	-	-	x	x
	59	Vorratsbunker für Formsand	-	-	-	-	-	-	x	x
		:								
50	60	Zwischentrichter am Transportband 58	-	-	-	-	-	-	x	x
	61	rechteckiges Querschnittsprofil Formsand	-	-	-	-	-	-	x	-
	62	verstellbares Sandleitelement	-	-	-	-	-	-	x	-
		:								
		:	1	2	3	4	5	6	7	8
55										

		:	1	2	3	4	5	6	7	8
		:								
	63	Formsandschichthöhe auf dem Transportband -	-	x	x	-	-	-	-	-
5	64	Doppelpreßzylinder für Hubtisch 25	-	-	x	-	x	-	-	-
	65	auf Exzenterbolzen gelagerte Laufrolle	-	-	-	x	-	x	-	-
	65a	verstellbare Exzenterbolzen	-	-	-	-	x	-	-	-
	66	Abstandsmaß Formk./Rollenba.vor Entformen (ca.15mm)	-	-	-	x	-	-	-	-
	67	Einzelantrieb Exzenterbolzenverstellung	-	-	-	-	x	-	-	-
	68	Palettenbahn der Formanlage	-	-	-	-	x	-	x	-
10	69	Formkasten-Trenn-Übersetzvorrichtung	-	-	-	-	-	-	-	x
		:								
	70	Formkasten-Zulege-Übersetzvorrichtung	-	-	-	-	-	-	-	x
	71	Füllrahmen-Rücklaufrollenbahn (Achse Y)	-	-	-	x	x	x	x	-
	72A	Füllrahmen-Quertransportwagen Station A	-	-	-	x	-	x	-	-
15	72D	Füllrahmen-Quertransportwagn Station D	-	-	-	x	-	x	-	-
	73A	Greifer am Füllrahmen-Quertransport A	-	-	-	x	-	x	-	x
	73D	Greifer am Füllrahmen-Quertransport D	-	-	-	x	-	x	-	x
	74A	Füllrahmenhubtisch an der Rücklaufbahn YA	-	-	-	-	-	x	x	-
	74D	Füllrahmenhubtisch an der Rücklaufbahn YD	-	-	-	-	-	x	x	-
	75	maximales Aussenmaß der Modellplatte	-	-	-	x	-	-	-	-
20	75a	maximale Modellhöhe	-	-	-	x	-	-	-	-
	75b	Freimaß Modell/Modellplatte auf Rollenbahn 26	-	-	-	x	-	-	-	-
	75c	Modellplattenhöhe	-	-	-	-	-	-	-	-
	76	Zentrierstift Füllrahmen	-	-	-	-	-	x	-	-
	77	Füllrahmen-Abstreifvorrichtung	-	-	-	x	-	-	-	-
25	77a	Einstellschraube für Füllrahmenabstreifer	-	-	-	x	-	-	-	-
	77b	Abstreifergummi	-	-	-	-	-	-	-	-
	77c	Aufgleit/Abgleitschrägen am Füllrahmen	-	-	-	x	-	-	-	-
	78A	Füllrahmen-Quertransport Station A (Variante 2)	-	-	-	-	-	-	-	x
	78D	Füllrahmen-Quertransport Station D (Variante 2)	-	-	-	-	-	-	-	x
	79A	Prismenrollen Füllrahmen-Quertransport A (Vari.2)	-	-	-	-	-	-	-	x
30	79D	Prismenrollen Füllrahmen-Quertransport D (Vari.2)	-	-	-	-	-	-	-	x
		:								
	80A	Prismenschine Füllrahmen-Quertransport A (Vari.2)	-	-	-	-	-	-	-	x
	80D	Prismenschine Füllrahmen-Quertransport D (Vari.2)	-	-	-	-	-	-	-	x
	81A	Zylinder für Füllrahmen-Hubvorricht A (Variante 2)	-	-	-	-	-	-	-	x
	81D	Zylinder für Füllrahmen-Hubvorricht.D (Variante 2)	-	-	-	-	-	-	-	x
35	82A	Führungsstangen für Füllrahmen-Hubvorr.A (Vari.2)	-	-	-	-	-	-	-	x
	82D	Führungsstangen für Füllrahmen-Hubvorr.D (Vari.2)	-	-	-	-	-	-	-	x
	83A	Greifferrahmen für Füllrahmen-Hubvorr. D (Vari.2)	-	-	-	-	-	-	-	x
	83D	Greifferrahmen für Füllrahmen-Hubvorr. A (Vari.2)	-	-	-	-	-	-	-	x
	84A	Hubtisch für Modellplattenumlauf Station H	-	-	-	-	x	-	x	-
	84D	Hubtisch für Modellplattenumlauf Station E	-	-	-	-	x	-	x	-
40	85A	Rollenbahn für Modellplattenumlauf Station AH	-	-	x	-	x	-	x	-
	85D	Rollenbahn für Modellplattenumlauf Station DE	-	-	x	-	x	-	x	-
	86	Rollenbahn für Modellplattenumlauf Achse Z	-	-	-	x	x	x	-	-
	87	externe Parkbahn für Modellplatten	-	-	-	-	-	-	x	x
	88	Bedienungspersonal	-	-	-	-	-	x	-	-
	89	Gitterroste für Formmaschinenzugang bei 86	-	-	-	-	-	x	-	-
45		:								
	90	Windkessel für Luftimpulsverdichtung	-	-	-	x	-	-	-	-
	91	Transportzylinder für Formkastentransport	-	-	-	-	-	-	-	x
	92	Bremseinheit für Formkastentransport	-	-	-	-	-	-	-	x
	92a	Bremszylinder A für Bremseinheit 92	-	-	-	-	-	-	-	x
	92b	Bremszylinder B für Bremseinheit 92	-	-	-	-	-	-	-	x
50	92c	Verbindungskupplung für Kolbenstangen 92a/92b	-	-	-	-	-	-	-	x
	93A	Doppelhubvorrichtung Station "A"	-	-	-	-	-	x	-	-

45

## Patentansprüche

- 50

daß die einzelnen Arbeitsschritte der Formmaschine in vier geradlinig hintereinander angeordneten Stationen zeitgleich durchgeführt werden, wobei in der ersten Station "A" der Füllrahmen auf den Formkasten aufgelegt wird, in der zweiten Station "B" die Formeinheit zeitgedehnt und unter Einwirkung eines Luftstromes mit Formsand gefüllt wird, in der dritten Station "C" das Verdichten erfolgt und in der vierten Station "D" der Füllrahmen vom Formkasten abgehoben wird,

daß die Modellplatte wahlweise in der Station "A" oder in der Station "B" unter den Formkasten gehoben werden kann,

daß das Entformen und das anschließende Absenken der Modellplatte wahlweise in der Station "C" oder in der Station "D" erfolgen kann,

daß durch diese Aufteilung der Arbeitsschritte ein zeitgedehntes Einfüllen des Formsandes in die Formeinheit ermöglicht wird,

daß der Rücktransport der Füllrahmen von der Station "D" zur Station "A" über die Quertransportwagen 72D/78D, über die an der Formmaschinenrückseite angeordnete Rollenbahn 71 und über die Quertransportwagen 72A/78A erfolgt.

und daß für den Füllrahmenumlauf vier bis sechs gleiche Füllrahmen, insbesondere fünf gleiche Füllrahmen 5a, 5b, 5c, 5d und 5e (Fig.5) verwendet werden.

## 2. Formmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

daß die vier Stationen "A", "B", "C" und "D" in einem aus dem Grundrahmen 7, den Säulenpaaren 8 und 9 und dem Kopfrahmen 6 bzw. 6a bestehenden Maschinengerüst und im Bereich der im Maschinengerüst integrierten Formkastenrollenbahn 12 angeordnet sind,

daß das Teilungsmaß zwischen den einzelnen Stationen dem Teilungsmaß der Formkästen entspricht und die einzelnen Stationen jeweils zentrisch zur Formkastenmitte angeordnet sind

und daß die vier Stationen "A", "B", "C" und "D" im Takt des Formkastentransportes 13 durchfahren werden.

## 3. Formmaschine nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,

daß die Quertransportwagen 72A/D bzw. 78A/D, die Verdichtungsstation 10/11 und der vertikal bewegbare Sandfülltrichter 22 im Kopfrahmen 6 bzw. 6a integriert sind

und daß die Unterkante des angehobenen Sandfülltrichters 22 und die Unterkante des Rahmens 10a der Verdichtungsstation das gleiche Höhenniveau 23 haben.

## 4. Formmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,

daß das Freimaß 23a zwischen dem Höhenniveau 23 und der Oberkante des Füllrahmens 5 3mm bis 50mm, insbesondere aber 15mm beträgt, wenn der Formkasten 4 mit dem Füllrahmen 5 auf den Laufrollen der Formkastenrollenbahn 12 aufliegt,

daß das Freimaß 23b/23c zwischen dem Höhenniveau 23 und der Oberkante des Füllrahmens 5 3mm bis 40mm, insbesondere aber 10mm beträgt, wenn die Modellplatte mit dem Formkasten 4 und dem Füllrahmen 5 auf den Laufrollen der Modellplattenrollenbahn 19/27 aufliegt,

daß das Freimaß 20 zwischen der Formkastenauflageleiste und den Laufrollen der Formkastenrollenbahn 12 3mm bis 10mm, insbesondere aber 5mm beträgt, wenn die Modellplatte mit dem Formkasten 4 und dem Füllrahmen 5 auf den Laufrollen der Modellplattenrollenbahn 19/27 aufliegt

und daß die vertikalen Bewegungen der Formkästen 4b/4c nur im Bereich des Freimaßes 23a erfolgen und die Formkästen dabei nicht aus dem Zentrier- bzw. Überdeckungsbereich ihrer Stoßbolzen 14 heraus bewegt werden.

## 5. Formmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,

daß die Formkästen 4a/4d in den Stationen "A" und "D" durch die Arretierkolben 30 horizontal in Achsnichtung "X" arretiert werden,

daß die Formkästen 4b/4c in den Stationen "B" und "C" durch die arretierten Formkästen 4a/4d mit dem üblichen Spiel zentriert sind,

daß die horizontal in Achsrichtung "X" arretierten Formkästen 4a/4d in vertikaler Richtung durch die Verwendung von Flachloch-Zentrierbüchsen in den Formkästen frei sind

und daß die Formkastenarretierung 30 außermittig annähernd in dem Bereich des Formkastens angebracht wird, in dem die vom seitlichen Verdichtungsdruck entstehenden Momentenflächen ihre Vorzeichen wechseln,

womit eine Schwächung des Formkastenprofils durch die Arretierbüchsen verhindert wird und womit auch die mittige Anordnung der Hubzylinder **17a** und **29a** ermöglicht wird.

**6. Formmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,**

daß die vier Laufrollen **65** auf radial verstellbaren Exzenterbolzen **65a** gelagert sind, wobei die Laufrollen **65** in der untersten Exzenterstellung niveaugleich mit den Laufrollen der Formkastenrollenbahn **12** sind und in der um das Maß **66** nach oben geschwenkten Exzenterstellung einzeln gegen die Laufleiste des in die Verdichtungsposition gehobenen Formkastens **4c** gedrückt werden  
und daß das Maß **66** 3mm bis 50mm, insbesondere aber 15mm beträgt.

**7. Formmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,**

daß das Entformen ohne vorangehenden Leerhub unmittelbar nach der Verdichtung und der Anpreßkraftentspannung durch die an der Formkastenlaufleiste schlüssig und distanzfrei anliegenden Laufrollen **65** im Feingang beginnt,  
daß das Entformen aus der Lage beginnt, die das Modell und der Formkasten bei der Verdichtung eingenommen hatte.  
und daß der Formkasten **4c** nach der vollständigen Trennung von Modell und Form und während der restlichen Eilgangabsenkung des Modells durch synchrones Absenken der Exzenterbolzen **65a** mit einem sinusförmigen Geschwindigkeitsverlauf stoßfrei auf die Rollenbahn **12** abgesetzt wird.

**8. Formmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,**

daß die vier Laufrollen **65** durch eine justierbare Schwenkbegrenzung der einzelnen Exzenterbolzen **65a** in eine planparallele Distanz von 2mm bis 6mm, insbesondere aber 3mm zur Laufleiste des in der Verdichtungsposition befindlichen Formkastens **4c** gebracht werden  
und daß nach dem Verdichtungsvorgang diese Distanz im Feingang durchfahren wird, bevor der Formkasten zum Entformen auf den vier Laufrollen **65** aufsetzt.

**9. Formmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,**

daß die Modellplattenrollenbahnen **19** und **27** horizontal verschiebbar oder schwenkbar ausgeführt sind, um die vertikale Hubbewegung der Modellplatte in den Stationen "**B**" und "**C**" bis zum Niveaubereich **34** zu ermöglichen.  
und daß die Laufleiste der Modellplatte um das Maß **35** hochgezogen ist, um die freie Einsicht- und Zugangsdistanz **36** zu ermöglichen.

**10. Füllrahmenumsetzvorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3 und 5, dadurch gekennzeichnet,**

daß im Kopfrahmen **6** die in den Laufschiene **99A** und **99D** laufenden und geführten Quertransportwagen **72A** und **72D** angeordnet sind, die zur Aufnahme des Füllrahmens die zylinderbetätigten Greifer **73A** bzw. **73D** und die Arretiernocken **98A** bzw. **98D** aufweisen und womit die Füllrahmen in der Station "**A**" von der Füllrahmenrücklaufbahn Achse "**Y**" zur Formlinie Achse "**X**" und in der Station "**D**" von der Formlinie Achse "**X**" zur Füllrahmenrücklaufbahn Achse "**Y**" übergesetzt werden  
und daß die Quertransportwagen **72A** bzw. **72D** einen mitfahrenden Achsantrieb oder einen stationären Antrieb in Form eines Kettenzug- Seilzug- oder Zylinderantriebes aufweisen.

**11. Füllrahmenumsetzvorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, 5 und 10, dadurch gekennzeichnet,**

daß an der Formkastenrollenbahn **12** der Station "**A**" die Hubvorrichtung **17** angeordnet ist, die im angehobenen Zustand mit den Aufnahmeplatten **17c** den Füllrahmen **5a** vom Quertransportwagen **72A** übernimmt und ihn nach dem Öffnen der Greifer **73A** und mit dem Absenken der Hubvorrichtung **17** auf den Formkasten **4a** ablegt  
und daß an der Formkastenrollenbahn **12** der Station "**D**" die Hubvorrichtung **29** angeordnet ist, die mit den Aufnahmeplatten **29c** den Füllrahmen **5d** vom Formkasten **4d** abhebt und der abgehobene Füllrahmen **5d** vom Quertransportwagen **72D** durch Schließen der Greifer **73D** und durch anschließendes Absenken der Hubvorrichtung **29** übernommen wird.

12. Füllrahmenumsetzvorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, 5, 10 und 11, **dadurch gekennzeichnet**,

daß in der Position "YA" der Füllrahmenrücklaufbahn 71 die Hubvorrichtung 74A angeordnet ist, die den Füllrahmen von der Füllrahmenrücklaufbahn 71 abhebt und der angehobene Füllrahmen vom Quertransportwagen 72A durch Schließen der Greifer 73A und durch anschließendes Absenken der Hubvorrichtung 74A übernommen wird

und daß in der Position "YD" der Füllrahmenrücklaufbahn 71 die Hubvorrichtung 74D angeordnet ist, die im angehobenen Zustand den Füllrahmen vom Quertransportwagen 72D übernimmt und ihn nach dem Öffnen der Greifer 73D und mit dem Absenken der Hubvorrichtung 74D auf die Füllrahmenrücklaufbahn 71 ablegt.

13. Füllrahmenumsetzvorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, 5 und 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**,

daß in der Achse "Y" hinter der Formmaschine eine Füllrahmenrücklaufbahn 71 angeordnet ist, über welche die Füllrahmen von der Station "YD" über die Zwischenstation "YB" zur Endstation "YA" transportiert werden und daß die Füllrahmenrücklaufbahn 71 als angetriebene Rollenbahn mit mindestens zwei Antriebsabschnitten YD-YB und YB-YA oder als Gefällerenbahn mit einer Stopp-Freigabevorrichtung in in der Station YB ausgeführt sein kann.

14. Füllrahmenumsetzvorrichtung als alternative Ausführungsform nach den Ansprüchen 1 bis 3 und 5, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die Quertransportwagen 78A und 78D eine Konsolbauweise aufweisen und über die Prismenrollen 79A/79D oder über Lauf- und Stützrollen an der am Kopfrahmen 6a angebauten Traverse 80A/80D laufen und geführt werden,

daß die Quertransportwagen 78A/78D einen mitfahrenden Rollenantrieb oder einen stationären Kettenzug-Seilzug- oder Zylinderantrieb aufweisen

und daß die Quertransportwagen 78A und 78D eine Hubvorrichtung 83A/83D mit den Arretiernocken 98A/98D, den Greifern 73A/73D, den Führungsstangen 82A/82D und den Zylindern 81A/81D aufweisen.

15. Füllrahmenübersetzvorrichtung nach den Ansprüchen 1 bis 3, 5 und 14, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die Hubvorrichtung 83A mit den Greifern 73A den Füllrahmen in der Station "YA" aus der Füllrahmenrücklaufbahn 71 heraushebt und nach dem Übersetzen zur Station "A" der Achse "X" auf den Formkasten 4a ablegt und nach dem leeren Anheben wieder zur Achse "Y" zurück fährt

und daß die Hubvorrichtung 83D mit den Greifern 73D den Füllrahmen in der Station "D" der Achse "X" vom Formkasten 4d abhebt und nach dem Übersetzen zur Station "YD" auf die Füllrahmenrücklaufbahn 71 ablegt und nach dem leeren Anheben wieder zur Achse "X" zurück fährt.

16. Füllrahmen nach den Ansprüchen 1 bis 3, 5 und 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**,

daß der Füllrahmen eine umlaufende Leiste 97 zur Profilverstärkung aufweist, die an den Längsseiten als Laufleiste für Füllrahmenrücklaufbahn 71 und als Greifleiste für die Greifer 73A/73D verwendet wird,

daß der Füllrahmen die Zentrierelemente 76 zu seiner Zentrierung auf dem Formkasten aufweist

und daß der Füllrahmen an seiner Oberseite die An- und Ablaufschrägen 77c zum Auf- und Abgleiten der Reinigungsleiste 77b aufweist.

17. Formmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die Formmaschine mit einem, aus Oberkasten- und Unterkastenmodell bestehenden Modellplattenpaar betrieben wird, wobei der Formablauf der Modellplatten auf den Rollenbahnen 19 und 27 von Station "B" nach Station "C" und der Rücklauf der Modellplatten auf der Rollenbahn 26 von Station "C" nach Station "B" erfolgt,

daß bei einem Modellplattenwechsel zusammen mit dem Formkastentransport 13 eine einzuwechselnde Modellplatte von der Station "A" über die Rollenbahn des Hubtisches 28A bzw. 93A und über die Rollenbahn 26 zur Station "B" in die Formmaschine eingeschleust wird und eine auszuwechselnde Modellplatte von der Station "C" über die Rollenbahn 26 und über die Rollenbahn des Hubtisches 28D bzw. 93D zur Station "D" aus der Formmaschine ausgeschleust wird,

daß die Formmaschine mit zwei oder drei jeweils aus Oberkasten- und Unterkastenmodell bestehenden

Modellplattenpaaren betrieben wird, wobei der Formablauf der Modellplatten über die Stationen "A"- "B"- "C"- "D" der Achse "X" und der Rücklauf der Modellplatten über die Stationen "E"- "F"- "G"- "H" der Achse "Z" erfolgt,

daß beim Betrieb mit zwei oder drei Modellplattenpaaren während der Durchlauf- und Verweilzeit an den Stationen "F" und "G" der Achse "Z" eine Modellbehandlung wie beispielsweise das Anlegen von Kühlleisen oder das Setzen von exothermen Speisern durchgeführt werden kann,

und daß die Verweilzeit zur Modellbehandlung an den Stationen "F" und "G" der Achse "Z" durch einen kombinierten Rhythmusbetrieb verlängert werden kann, indem ein Modellplattenpaar ohne Behandlungsbedarf mit dem Formablauf von Station "B" nach Station "C" über die Rollenbahnen 19 und 27 und mit Modellplattenrücklauf von Station "C" nach Station "B" über die Rollenbahn 26 zweimal oder mehrmals nacheinander abgeformt wird und danach das zweite oder das zweite und dritte Modellplattenpaar jeweils zu einem einmaligen Formvorgang durch die Formmaschine gefahren wird und wonach die Rhythmusfolge der Losgröße entsprechend wiederholt wird.

**18. Formmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 9 und 17, dadurch gekennzeichnet,**

daß der Modellplattenumlauf die mit angetriebenen Rollenbahnen versehenen Hubtische 28A/28D oder 93A/93D und 84A/84D sowie die angetriebenen Rollenbahnen 26, 85A, 85D und 86 aufweist und daß die Hubtische 93A und 93D eine Doppelfunktion aufweisen, womit die Modellplatten auf das Niveau der Modellplattenrollenbahn 26 oder auf das Niveau der Modellplattenrollenbahnen 19 und 27 angehoben werden können.

**19. Formmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 9 und 17 und 18, dadurch gekennzeichnet,**

daß der Hubtisch 93A die Modellplatte beim Modellwechsel oder beim Modellplattenumlauf mit zwei oder drei Modellplattenpaaren zum entsprechenden Zeitpunkt um das Maß 94 anhebt und die Modellplatte dann auf der Rollenbahn 26 zusammen mit dem Formkastentransport 13 von der Station "A" zur Station "B" fährt und dort vom Hubtisch 21 unter den Formkasten 4b mit aufliegendem Füllrahmen 5b gehoben wird und wonach das Sandeinfüllen in die so zusammengestapelte Formeinheit beginnt, wofür eine Zeit zur Verfügung steht, die annähernd der Gesamttaktzeit abzüglich der Zeit für den Formkastentransport und abzüglich der Zeit für das Anheben der Modellplatte bis zum Niveau 34 entspricht,

daß der Hubtisch 93A die Modellplatte beim Modellplattenumlauf mit zwei oder drei Modellplattenpaaren zum entsprechenden Zeitpunkt um das Maß 94+95 anhebt, wobei die Modellplatte in der Station "A" unter den Formkasten 4a mit aufliegendem Füllrahmen 5a gehoben wird und wonach die so zusammengestapelte Formeinheit auf den Rollen des Hubtisches 93A und auf der Rollenbahn 19 zusammen mit dem Formkastentransport 13 von der Station "A" in die Sandfüllstation "B" gefahren wird und wonach das Sandeinfüllen in die Formeinheit beginnt, wofür eine Zeit zur Verfügung steht, die annähernd der Gesamttaktzeit abzüglich der Zeit für den Formkastentransport entspricht

und daß beim Zusammenstapeln der Formeinheit in der Station "A" der Hubtisch 21 nur soweit abgesenkt wird, daß die Modellplatte mit einem nur geringen Abstand über den Hubtisch 21 hinweg transportiert werden kann.

**20. Formmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 9 und 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet,**

daß der Hubtisch 93D beim Modellwechsel oder beim Modellplattenumlauf mit zwei oder drei Modellplattenpaaren zum entsprechenden Zeitpunkt um das Maß 94 anhebt, wonach dann die in der Station "C" mit dem Hubtisch 25 auf die Rollenbahn 26 abgesenkte Modellplatte auf den Hubtisch 93D in der Station "D" auffährt und dort vom Hubtisch 93D auf die Rollenbahn 85D abgesetzt wird,

daß der Hubtisch 93D beim Modellplattenumlauf mit zwei oder drei Modellplattenpaaren zum entsprechenden Zeitpunkt um das Maß 94+95 anhebt, wonach dann die in der Station "C" mit dem Hubtisch 25 auf die Rollenbahn 27 abgesenkte Modellplatte mit aufliegendem Formkasten, Füllrahmen und verdichteter Form zusammen mit dem Formkastentransport 13 auf den Hubtisch 93D auffährt und dort das Entformen mit dem Hubtisch 93D erfolgt und wonach die Modellplatte auf die Rollenbahn 85D abgesetzt wird,

daß das Entformen mit dem Hubtisch 93D in der Station "D" eine verlängerte Zeit für das Verdichten in der Station "C" ermöglicht, wobei diese Zeit annähernd der Gesamttaktzeit abzüglich der Formkastentransportzeit entspricht

und daß beim Entformen in der Station "D" der Hubtisch 25 nur soweit abgesenkt wird, daß die Modellplatte mit einem nur geringen Abstand über den Hubtisch 25 hinweg transportiert werden kann.

21. Formmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 9 und 17 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die Hubtische **93A** und **93D** für die Hubbewegung je einen Tandemzylinder **100** mit den zwei Hubabschnitten **94** und **95** aufweisen,  
 daß der untere Appendixkolben **101** mit dem mechanisch begrenzten Hubmaß **94** die Laufrollen des Hubtisches **93A/93D** maßgenau auf das Niveau der Rollenbahn **26** anhebt,  
 daß der obere Hauptkolben des Tandemzylinders **100** den Hubtisch **93A/93D** mit dem Hubmaß **94+95** anhebt und ihn durch eine geringe Hubreserve fest gegen die Anschläge **96** drückt, wodurch die Laufrollen des Hubtisches **93A/93D** maßgenau das Niveau der Rollenbahn **19** bzw. **27** einnehmen und wodurch der weit nach oben angehobene Hubtisch für den Transport der Formeinheit fixiert ist.  
 und daß die Betriebsvarianten der Hubtische **93A** und **93D** über das Steuerprogramm angewählt und abgerufen werden.

22. Formmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die Formkastenrollenbahn **12**, die Modellplattenrollenbahn **19/27** und **26/86**, die Rollenbahnen der Hubtische **84A/D** und **93A/D** bzw. **28A/D** und die Füllrahmenrücklaufbahn **71** die gleichen Spurweiten **102** aufweisen,  
 oder daß die Formkastenrollenbahn **12**, die Modellplattenrollenbahnen **19/27** und **26** und die Füllrahmenrollenbahn **71** die Spurweiten **102** aufweisen und die Rollenbahnen der Hubtische **84A/D** und **93A/D** bzw. **28A/D** sowie die Modellplattenrollenbahn **86** eine andere Spurweite **103** für die Modellplattenlaufleiste **103a** aufweisen, wodurch der Tothub der Hubtische **84A/D** und **93A/D** bzw. **28A/D** reduziert werden kann  
 und daß die Modellplatte die Laufleiste **102a** aufweist, die um das Maß **35** hochgezogen ist, um die freie Einsicht- und Zugangsmöglichkeit **36** zu ermöglichen.

23. Formmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 9 und 17 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die modellspezifischen Parameter wie beispielsweise Formsandmenge, Einstellungen zum Sandeinfüllvorgang, Verdichtungsart, Verdichtungsdruck, Verdichtungszeit, Gießtrichterposition, Eingußgewicht usw. für jedes einzelne Modellplattenpaar mit Oberkasten- und Unterkastenkennung in einem Datensatz abgelegt werden,  
 daß der Datensatz der Modell-Identnummer fest zugeordnet wird und während des Betriebes zwecks Optimierung online veränderbar ist,  
 daß die Modell-Identnummer in kodierter Form als Kodierleiste an der Modellplatte angebracht ist  
 und daß die Modell-Identnummer beim Einfahren in die Formmaschine über die Kodierleiste automatisch ausgelesen wird und der zugeordnete Datensatz bzw. die modellspezifischen Parameter somit für den Formvorgang insbesondere beim ständigen Wechselbetrieb mit zwei oder drei Modellplattenpaaren schnell zur Verfügung stehen.

24. Formkastentransportvorrichtung für die Formmaschine nach den Ansprüchen 1 bis 23 und der davon ausgelösten schnellen Taktfolge, **dadurch gekennzeichnet**,

daß der Formkastentransport in der Formlinie "X" entsprechend **Fig. 7a, 7b und 7c** nach jeweiliger Taktvorgabe durch die Formmaschine in zwei Hubabschnitten durchgeführt wird, wobei der Schubzylinder **91** nach einem Formmaschinentakt die Formkästen im ersten Hubabschnitt gegen den Bremszylinder **92a** und nach einem weiteren Formmaschinentakt in einem zweiten Hubabschnitt gegen den Bremszylinder **92b** um jeweils eine Formkastenteilung verschiebt und wobei die Bremszylinder **92a** und **92b** durch ihre mechanische Hubbegrenzung jeweils das genaue Hubmaß vorgeben,  
 daß der Schubzylinder **91** eine Hublänge von zwei Formkastenteilungen zuzüglich einer geringen Hubreserve aufweist und nach Durchführung des ersten Hubabschnittes geringfügig zurückgezogen wird, um ein ungehindertes Einfahren der Formkastenarretierungen **30** zu ermöglichen und wonach der Schubzylinder **91** nach dem Arretieren wieder mit einer geringen Kraft gegen den Formkasten gefahren wird und dort anstehen bleibt, so daß er zu Beginn des zweiten Hubabschnittes keinen Tothub durchfahren muß und daß der Schubzylinder **91** nach Durchführung des zweiten Hubabschnittes wieder in seine Ausgangsstellung zurückfährt,  
 und daß die Doppelbremseinheit **92** aus den beiden Bremszylindern **92a** und **92b** besteht, die beide die Hublänge einer Formkastenteilung aufweisen und die an ihren Kolbenstangen über das Verbindungsstück **92c** miteinander verbunden sind.



25. Formkastentransportvorrichtung nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**,

daß das Doppelübersetzgerät **69** in einem Arbeitsgang einen Oberkasten und einen Unterkasten in den beiden Teilungen vor dem Schubzylinder **91** ablegt,  
 daß das Doppelübersetzgerät **70** in einem Arbeitsgang einen Oberkasten und einen Unterkasten aus den beiden Teilungen vor der Bremseinheit **92** heraushebt,  
 daß das Doppelübersetzgerät **69** unabhängig von den Arbeitsabläufen in der Formlinie "**X**" arbeitet und zum Ablegen eines Ober- und Unterkastens in die Formlinie bereit steht, sobald der Schubzylinder **91** nach einem durchgeführten Formkastentransport zurückgefahren ist,  
 und daß das Doppelübersetzgerät **70** unabhängig von den Arbeitsabläufen in der Formlinie "**X**" arbeitet und zum Herausheben eines Ober- und Unterkastens aus der Formlinie bereit steht, sobald die Doppelbremseinheit **92** beim Formkastentransport vollständig zurückgeschoben wurde.

26. Verfahren zum Einfüllen von Formsand in eine aus Modellplatte, Formkasten und Füllrahmen bestehende Formeinheit, wobei die Modellplatte mit Entlüftungsdüsen versehen ist und der Formsand von einem Transportband aus einem Vorratsbunker abgezogen und in die Formeinheit gefördert wird, **dadurch gekennzeichnet**,

daß der Formsand zeitgedehnt in die Formeinheit eingefüllt wird, wobei die Zeitbemessung für den vollständigen Einfüllvorgang 0,08 bis 0,25 Sekunden pro Zentimeter Füllhöhe, insbesondere aber 0,15 Sekunden pro Zentimeter Füllhöhe beträgt,  
 daß die Formsandzufuhr durch eine lineare oder progressive Geschwindigkeitszunahme des Transportbandes **58** und/oder durch eine lineare oder progressive Verstellung der Schichthöhe **63** während der Einfüllzeit entsprechend gesteigert wird, wodurch das anfängliche Befüllen der Modellkonturen besonders feinfühlig erfolgt, daß der vom Transportband **58** und über den Trichter **60** geförderte Formsandstrang **61** annähernd die gleiche Breite des Formkasteninnenmaßes aufweist und über ein Verstellbares Verteilerelement **62** auf einen mehrstufigen, insbesondere aber dreistufigen Aeratorsatz **39** geleitet wird, der den Formsand auflockert und ihn in Längsrichtung der Formeinheit verteilt, wobei der Aeratorsatz **39** in einem geschlossenen Sandleittrichter **22** angeordnet ist, der während des Füllvorganges sanddicht auf dem Füllrahmen **4b** aufsitzt  
 und daß während des Sandeinfüllens ein Luftstrom von der Unterdruckquelle **51** über die Modellplattendüsen **52** angesaugt wird, der über ein Sieb **57** frei in den Sandleittrichter **22** und in die Formeinheit einfließen kann und der zusammen mit dem feindosierte einfallenden Formsand eine homogene Befüllung der Modellpartien bewirkt.

27. Formsandeinfüllvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens gemäß Anspruch 26 und nach den Ansprüchen 1 und 19, **dadurch gekennzeichnet**,

daß der Sandleittrichter **22** über die Zapfen **46** an dem Hebelsystem **43a/43b/43c/43d** aufgehängt ist und vom Hebelsystem **43a/43b/43c/43d** und den Bolzen **47** geführt wird,  
 daß der Sandleittrichter **22** über das Hebelsystem **43a/43b/43c/43d** vom Zylinder **44** vertikal bewegt wird und dabei in seiner unteren Lage fest auf den Füllrahmen **4b** gedrückt wird und in seiner oberen Lage fest gegen die Anschläge **48** gezogen wird und dabei mit seiner Unterkante das Höhenniveau **23** einnimmt,  
 daß die vertikale Hubbewegung des Sandleittrichters **22** dem Freimaß **23a** entspricht und maximal 50mm, insbesondere aber 15mm beträgt,  
 daß der Sandleittrichter **22** im oberen Bereich mit den Siebblechen **57** verschlossen ist, wodurch der über die Modellplattendüsen **52** eingesaugte Luftstrom frei eintreten kann und wodurch ein Herausspritzen von Formsand verhindert wird,  
 daß die Innenabmessung des Sandleittrichters **22** um das Maß **37** mit 5 bis 10mm kleiner ist als die Innenabmessung des Füllrahmens und des Formkastens,  
 daß die Innenwände des Sandleittrichters **22** mit Teflon ausgekleidet sind, um ein Anbacken von Formsand zu vermeiden  
 und daß der Sandleittrichter **22** das schwerkraftbetätigte Hebelsystem **77** mit der Einstellschraube **77a** und der Reinigungsleiste **77b** aufweist, die beim Formkastentransport über die Schrägen **77c** auf den Füllrahmen **4b** auf- und abgleitet und dessen Oberfläche während des Formkastentransportes reinigt.

28. Formsandeinfüllvorrichtung nach den Ansprüchen 26 und 27, **dadurch gekennzeichnet**,

daß die Aeratoren **39** mit den in **Fig.1** dargestellten Drehrichtungen laufen, wobei die oberen vier Aeratoren den zentrisch über den Trichter **60** und über das verstellbare Verteilerelement **62** einfallenden Formsand teil-

weise auf die beiden Außenseiten schleudert und die unteren Aeratorenreihen eine vergleichmäßigende Verteilung und Auflockerung des Formsandes bewirken,

daß die Drehzahl der Aeratoren **39** stufenlos auf die optimale Verteiler- und Auflockerungswirkung einstellbar ist,

daß die Aeratorenachsen in den außerhalb des Sandleittrichters **22** angebauten Lagerschilden **40** gelagert sind

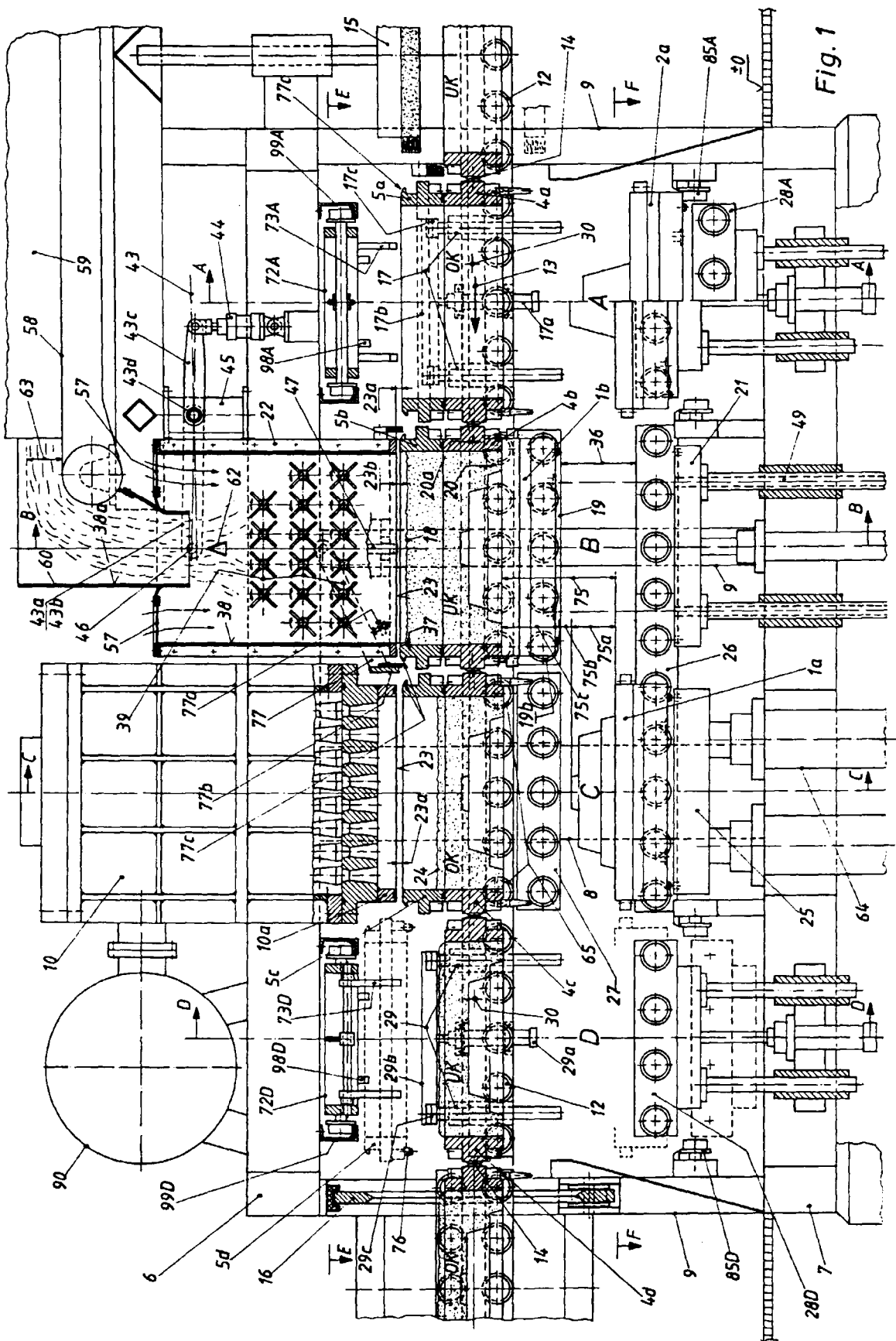
und daß die Lagerschilde **40** die mit gegensätzlicher Drehrichtung laufenden Antriebselemente **41** und **42** aufweisen.

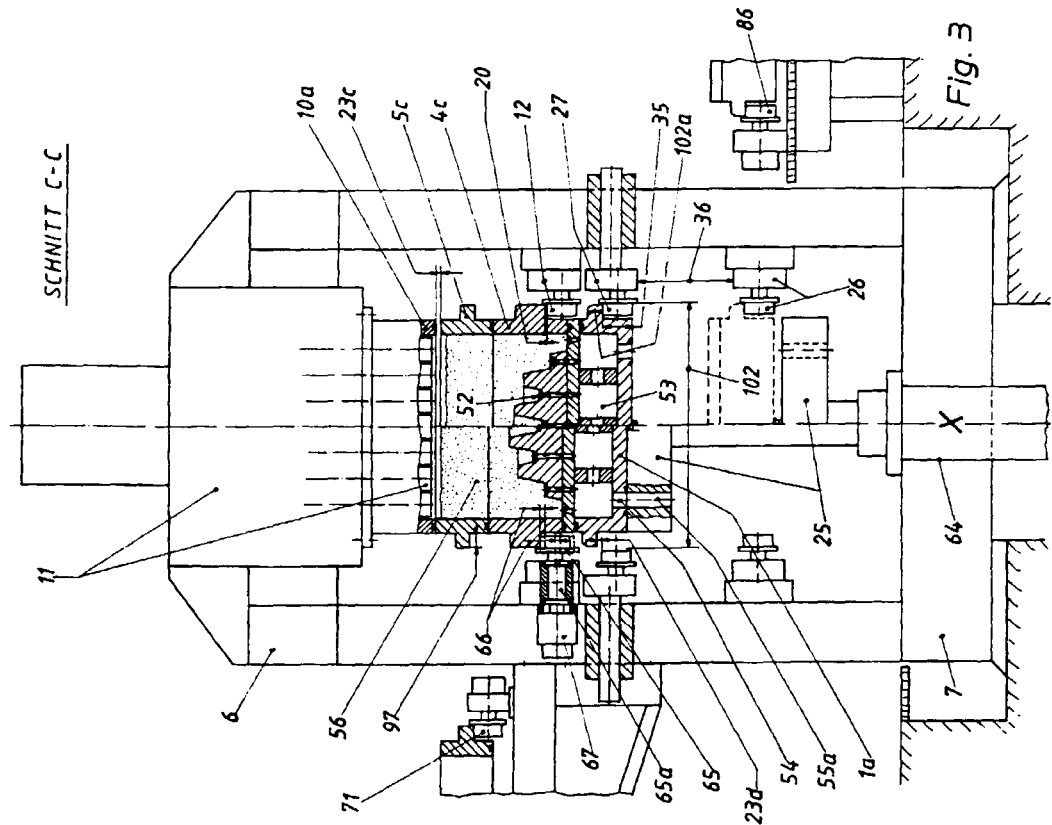
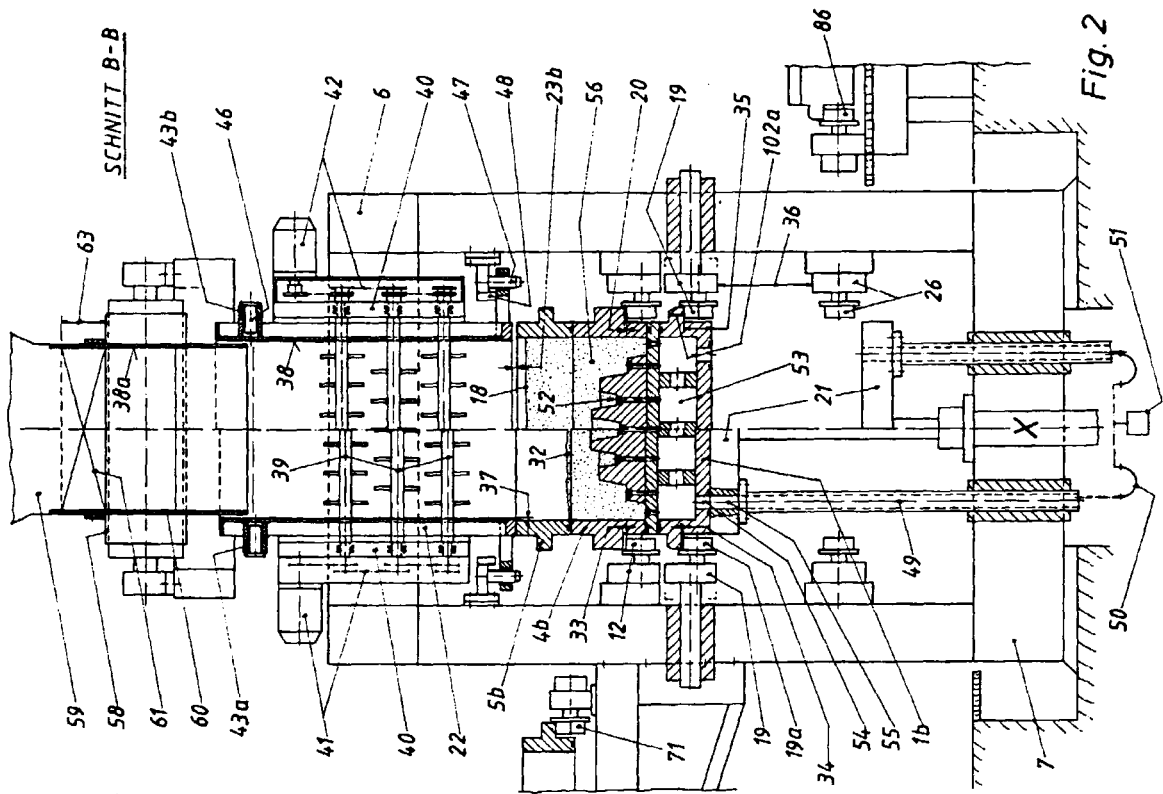
**29. Formsandeinfüllvorrichtung nach den Ansprüchen 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet,**

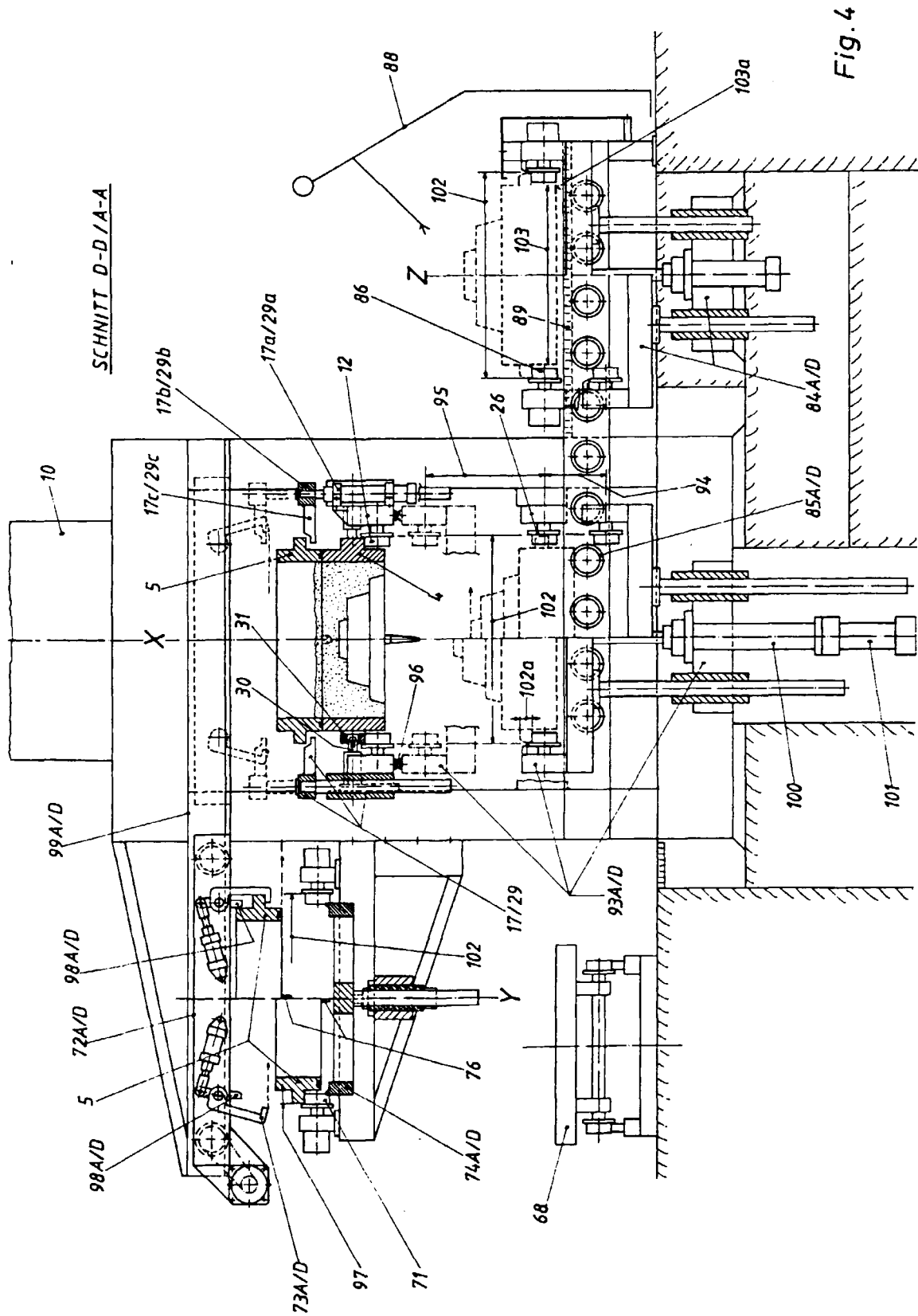
daß der Luftstrom von der Unterdruckquelle **51** erzeugt wird und über die flexiblen Leitungen **50**, über die Hohlräume der Führungsstangen **49**, über den Hubtisch **21** mit den Bohrungen **55**, über den Modellplattenhohlraum **53** mit den Bohrungen **54** und schließlich über die Modellplattendüsen **52** aus der Formeinheit und dem darauf aufgesetzten Sandleittrichter **22** angesaugt wird, wobei der Luftstrom über die Siebbleche **57** frei in den Sandleittrichter **22** eintreten kann.

**30. Formsandfülleinrichtung nach den Ansprüchen 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet,**

daß die von der Formmaschine zur Verfügung gestellte Sandeinfüllzeit als fixe Größe voll genutzt wird und die vom Modell abhängige individuelle Formsandmenge durch die Beschleunigung und Fördergeschwindigkeit des Transportbandes **58** und/oder durch die über einen Schieber automatisch einstellbare Schichthöhe **63** erzielt wird.







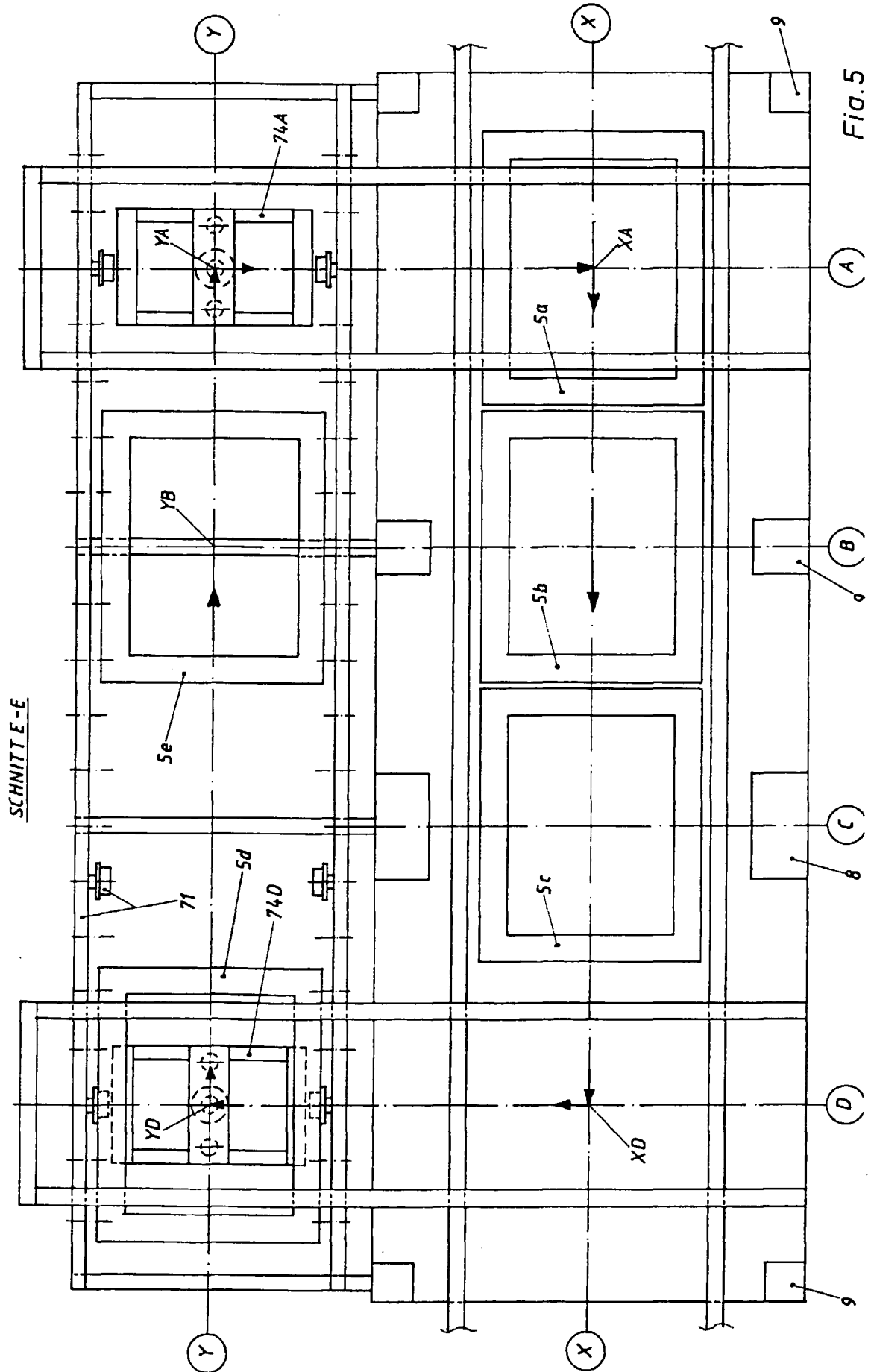
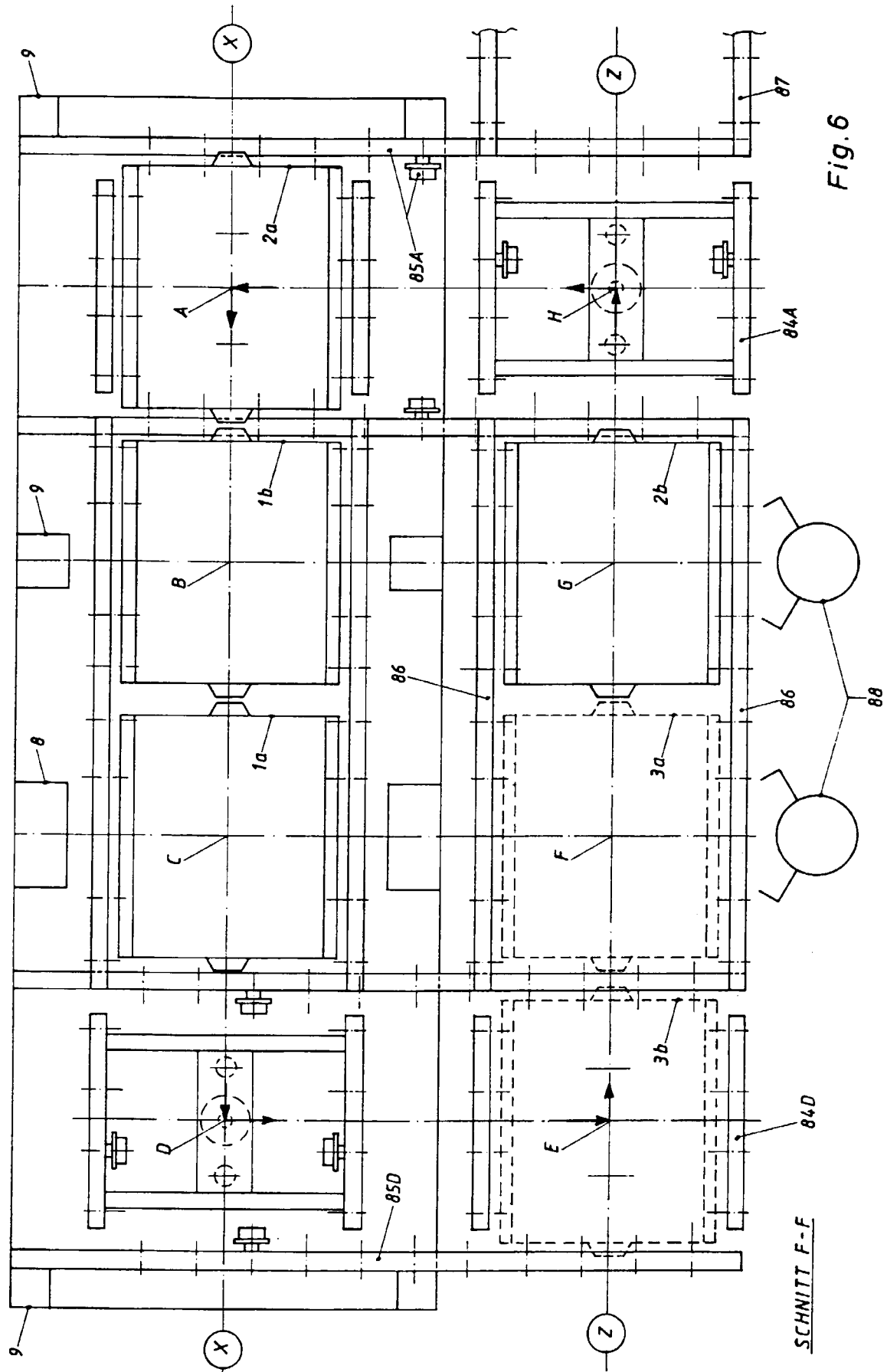
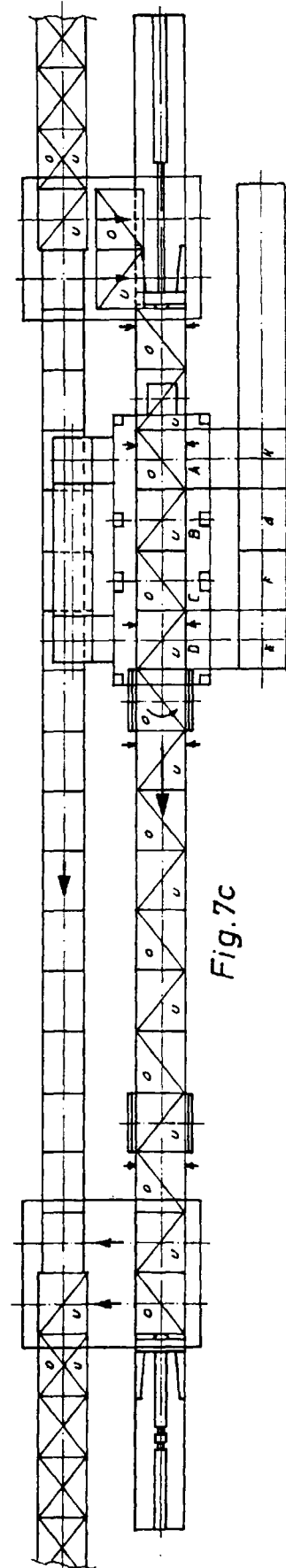
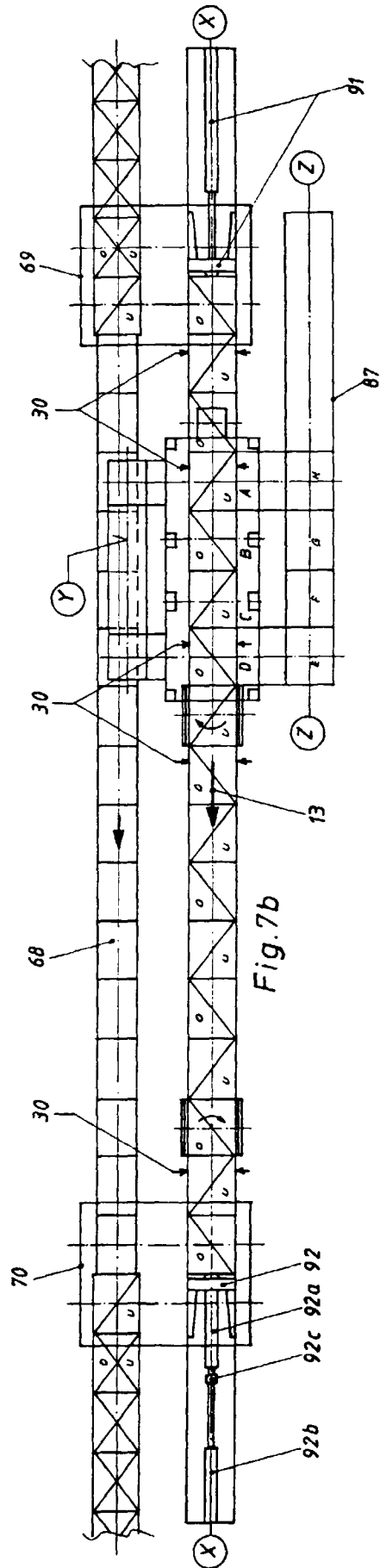
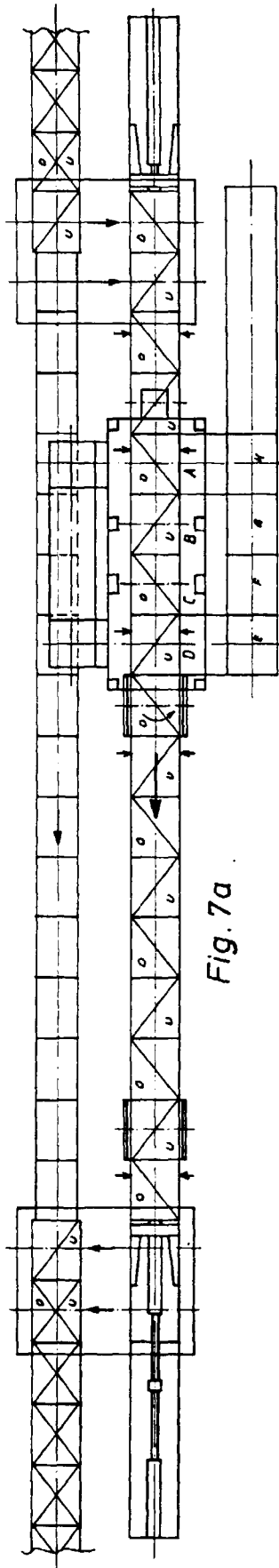
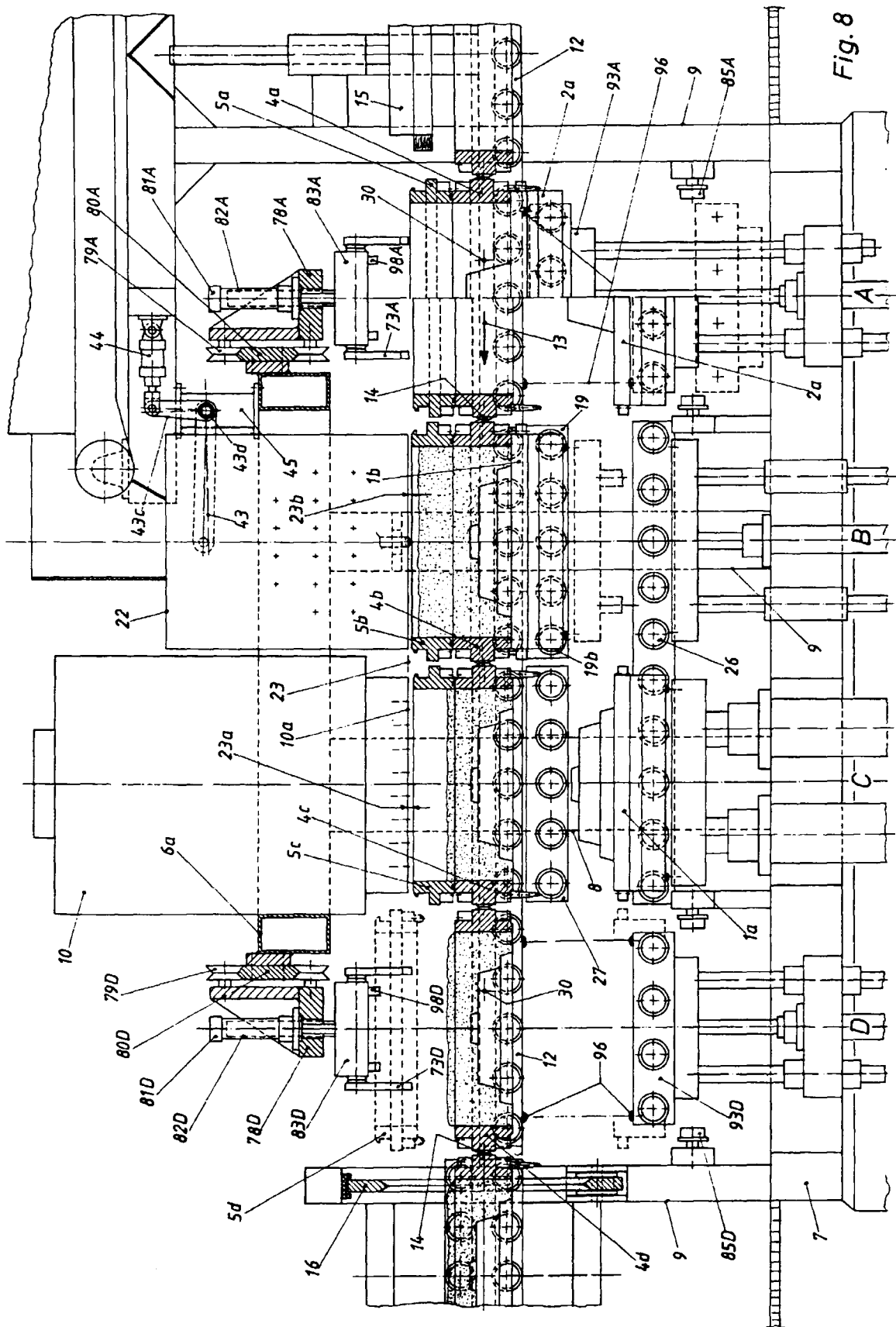


Fig. 5











Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 99 12 0305

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D,A	WO 95 31302 A (KUENKEL WAGNER SERVICE U VERTR ;IBURG JOHANNES (DE)) 23. November 1995 (1995-11-23) * Abbildungen *	1-30	B22C11/08 B22C25/00
D,A	DE 38 03 648 A (WAGNER HEINRICH SINTO MASCH) 17. August 1989 (1989-08-17) * Abbildung 1 *	1-30	
D,A	DE 39 08 203 A (BADISCHE MASCHF GMBH) 20. September 1990 (1990-09-20) * Abbildungen 1-3 *	1-30	
D,A	DE 43 05 128 A (WAGNER HEINRICH SINTO MASCH) 25. August 1994 (1994-08-25) * Abbildungen *	1-30	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B22C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>21. Januar 2000</b>	Prüfer <b>WOUDENBERG, S</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P44C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 12 0305

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-01-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9531302 A	23-11-1995	AT 154266 T	15-06-1997
		CN 1149269 A	07-05-1997
		DE 19518320 A	23-11-1995
		DE 59500310 D	17-07-1997
		DK 731742 T	19-01-1998
		EP 0731742 A	18-09-1996
		ES 2105900 T	16-10-1997
DE 3803648 A	17-08-1989	AT 75171 T	15-05-1992
		DE 8817084 U	13-08-1992
		EP 0327825 A	16-08-1989
DE 3908203 A	20-09-1990	CN 1045543 A,B	26-09-1990
		DE 59007663 D	15-12-1994
		EP 0387535 A	19-09-1990
		ES 2063178 T	01-01-1995
		JP 2793683 B	03-09-1998
		JP 3035842 A	15-02-1991
		US 5040587 A	20-08-1991
DE 4305128 A	25-08-1994	DE 59308546 D	18-06-1998
		EP 0611616 A	24-08-1994

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82